1927 a 1928 All'Uff. 11-12

Anno VI° - N. 1. Marzo 1927-V. (N. 14 della Raccolta).

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

SERVIZIO RADIOTELEGRAFICO MILITARE

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

SOTTO LA DIREZIONE DEL

Prof. G. VANNI

DIRETTORE DELL'ISTITUTO RADIOTELEGRAFICO ED ELETTROTECNICO del Genio Militare

ABBONAMENTO.

ANNUO (4 numeri) . . . . . L. 12
UN NUMERO SEPARATO „ 4

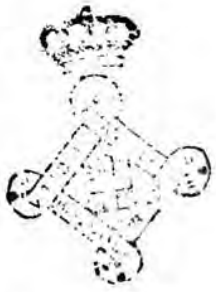
Inviare l'importo a mezzo vaglia alla Direzione della Officina R. T. ed E. del Genio Militare, Viale Angelico 19.
ROMA

Roma, Tipo-Lit. Off. R. T. ed E. del Genio Mil.
N. 3 - 1927-V.

Anno VI° - N. 1. **Marzo 1927-V.** N. **14** della Raccolta.

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

SERVIZIO RADIOTELEGRAFICO MILITARE



Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

SOTTO LA DIREZIONE DEL

Prof. G. VANNI

DIRETTORE DELL'ISTITUTO RADIOTELEGRAFICO ED ELETTROTECNICO

del Genio Militare

SOMMARIO.

Prof. G. Vanni. — Le scoperte del Volta e la loro azione nella moderna scienza elettrica. (*Estratto dall'Almanacco delle Forze Armate per il 1927*).

Ten. Col. Luigi Sacco. — Distanza virtuale in radiotelegrafia.

Ten. Col. Achille Celloni. — Oscillografo catodico Dufour.

Autostazione da Kw. 0,5 ideata e costruita nell'Officina R. T. della Sezione R. T. Speciale per la Cirenaica.

Discussione sullo stato elettrico degli alti strati atmosferici (*dai Proceedings della Royal Society - Vol. III - 4 Marzo 1926*). (Continuazione e fine).

Segnali orari e scientifici.

Tipo-Litografia
dell'Off. R. T. ed E. del Genio Milit.
N. 3 - ROMA 1927-V.



ALEXANDER . VOLTA .
IN . RE . ELECTRICA . PRINCEPS .
VIM . RAIAE . TORPEDINIS . MEDITATVS
NATVRAE . INTERPRES . ET . AEMVLVS

Dalla « Rivista Voltiana » Gennaio 1926.

Anno VI. - N. 1. Marzo 1927. N. 14 della Raccolta

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

DIRETTO DAL PROF. G. VANNI
Direttore dell'Istituto centrale di Radiotelegrafia ed Elettrotecnica del Genio Militare

IL CENTENARIO VOLTIANO

(MAGGIO - OTTOBRE 1927)

In occasione del primo centenario della morte di Alessandro Volta (Marzo 1827) si celebreranno in Como nel prossimo periodo da Maggio a Ottobre, solenni onoranze alla memoria dell'illustre inventore della pila.

Non v'ha dubbio che tutte le nazioni civili interverranno alla grandiosa manifestazione. Quaranta dei più illustri fisici del mondo sono stati invitati a riunirsi in solenne convegno. Si sono già costituiti: un Comitato d'onore che ha per alto patrono S. M. il RE e come Presidente Onorario S. E. Mussolini, ed un Comitato esecutivo presiedato da Guglielmo Marconi. Vi saranno due Esposizioni: una Internazionale di Elettricità, con relativo Congresso, ed una Nazionale, della industria serica italiana. Sono state nominate, infine varie commissioni: per i congressi scientifici, per gli studi voltiani e per la Esposizione nazionale di telegrafia e telefonia, con e senza fili, promossa dal Ministero delle Comunicazioni. I componenti di questi diversi Comitati e Commissioni, ammontano a più di trecento.

È inutile dire che molte case costruttrici straniere e tutte le più importanti ditte italiane produttrici di apparati elettrici e radioelettrici, prenderanno parte alle manifestazioni di Como. Le alte Autorità Militari le quali, con vigile cura, seguono e incoraggiano tutto ciò che, pur non avendo immediata applicazione all'arte bellica, riguardano il movimento scientifico e colturale moderno, si sono altamente interessate delle cerimonie voltiane, autorizzando l'Istituto e l'Officina radiotelegrafica a prendervi parte; si è, inoltre, dato incarico allo scrivente di preparare, per conto dell'Istituto Nazionale L. U. C. E., un film illustrativo dell'opera dell'Illustre Fisico di Como, sia per quanto riguarda la invenzione della pila, sia per le altre scoperte voltiane. Infine, con l'occasione, il sottoscritto è stato invitato a preparare, per il primo numero dell' « Almanacco delle Forze Armate », un breve articolo illustrativo dell'opera del Volta, articolo che, in seguito ad autorizzazione gentilmente avuta dalla Direzione di detto Almanacco, siamo lieti di poter qui pubblicare.

PROF. G. VANNI



LE SCOPERTE DEL VOLTA
E LA LORO AZIONE NELLA MODERNA SCIENZA ELETTRICA

(Estratto dall'Almanacco delle Forze Armate per il 1927).

Parte I.

LE SCOPERTE DEL VOLTA.

È stato più volte affermato che, mentre il ricordo degli uomini va attenuandosi col tempo fin quasi, talvolta, ed estinguersi del tutto, l'opera loro, se degna, sopravvive immortale: da ciò, il concetto e la comune opinione che il monumento più adatto agli uomini di genio sia l'opera loro, specie se questa si connette con una scoperta la quale dischiuda nuove vie al progresso umano. La invenzione della pila, di quell'apparecchio che Arago affermava essere il più meraviglioso creato del genio dell'uomo, è appunto una di quelle destinate a sfidare l'opera demolitrice del tempo, rimanendo immortale, per la importanza ed estensione delle applicazioni che ha avuto, per la immensa varietà di fenomeni e fatti nuovi a cui ha dato luogo.

Il senso di ammirazione, e direi quasi di orgoglio, che noi Italiani dobbiamo avere per Alessandro Volta, di cui si celebra fra poco il centenario della morte (marzo 1927) con una manifestazione di importanza mondiale, deve essere ancora più vivo se si riflette che il caso, questo grande artefice della maggior parte delle invenzioni, ha avuto poca o nessuna azione nella scoperta della pila. Questa è stata, infatti, ottenuta mercè una serie mirabile di ragionamenti basati sull' esperienza, sotto la doppia guida dell' intuizione e del raziocinio. Il Galvani ed il Volta, i due autori della grande scoperta, si sono dimostrati degni seguaci di quel metodo sperimentale che, fondato da Leonardo e da Galileo, è pura gloria italiana, ed al quale si devono i grandi progressi della scienza moderna.

È da notare, poi, che la gloria del Volta appare anche oggi, dopo più di un secolo, sempre più grande, per essere egli stato non solo l'inventore della pila, che è la più popolare e

la più nota delle sue scoperte, ma anche il fondatore della moderna elettrometria, giacchè, come avremo occasione di dire tra breve, è al Volta che si devono i concetti di quantità e di tensione elettrica, il concetto di capacità, ecc.

La scoperta della pila e la narrazione della lunga e gloriosa contesa fra il Galvani ed il Volta, sono argomenti esaurientemente trattati da illustri scrittori ed uomini di scienza. Ma siccome molti di essi sono poco noti anche a persone colte, e regnano anzi, al riguardo, idee confuse e spesso inesatte, così ci sia permesso di parlarne brevemente mettendo, anzitutto, in luce quale fosse lo stato della scienza elettrica ai tempi della scoperta della pila.

In tale epoca, vale a dire alla fine del secolo XVIII, si può dire che la scienza dell' elettricità fosse ancora bambina, quantunque il primo fenomeno elettrico, l' azione dell' ambra gialla sui corpi leggeri, rimontasse a ventiquattro secoli prima. L'elettricità, questa forma di energia così svariata nelle sue manifestazioni, si conosceva, sopratutto nelle condizioni statiche o di equilibrio: per mezzo delle macchine elettriche a disco di vetro, si sapeva produrla e raccoglierla sopra conduttori o sistemi di conduttori, in guisa da produrre i noti fenomeni di attrazione e repulsione di corpi leggeri, la scintilla, gli effetti fisiologici sul corpo umano e sugli animali. Le cariche elettriche prodotte erano, però, così piccole, che gli effetti con esse ottenuti erano, in generale, assai scarsi. Si sapeva, è vero, in seguito alle classiche ricerche fatte sopratutto dal Franklin in America, che i grandiosi fenomeni naturali della folgore erano di natura elettrica, ma i tentativi fatti per studiare e riprodurre questi fenomeni erano rimasti isolati, mancando, ad essi, la coordinazione e lo studio razionale.

Fu merito insigne della mente sovrana del Volta, l' avere, nel periodo che va dal 1780 al 1790, vale a dire prima della scoperta della pila, gettate le basi della moderna elettrometria, ponendo in luce, insieme col concetto di capacità, l'altro dei due fattori, quantità e tensione, dai quali dipende l'energia elettrica, sia nelle condizioni statiche, sia nelle condizioni dinamiche o di corrente. La entità degli effetti che si possono ottenere, dipende dal prodotto dei due sopranominati fattori, nello stesso modo che l'energia disponibile di una caduta di acqua, dipende, oltre che dalla massa di liquido che cade nella unità di tempo (la quale determina la portata o intensità della corrente fluida), anche dall'altezza di caduta. Nel caso elettrico, la carica spostata per unità di tempo, corrisponde alla intensità di corrente, mentre la tensione o, come si dice oggi, la differenza di potenziale, corrisponde all'altezza di caduta.

Ora, nei tempi anteriori alla pila, la elettricità prodotta dalle macchine elettriche era, è vero, ad alta tensione, tanto che da essa si potevano trarre scintille di notevole lunghezza, ma la quantità spostata per unità di tempo, la intensità della corrente che se ne ritraeva, era molto piccola: deboli do-

vevano essere, quindi, i relativi effetti. La energia corrispondente era paragonabile, nel nostro confronto idraulico, a quella che si può trarre da un sottile filo di acqua che cada da gran altezza: la tensione è grande, ma la intensità di corrente è piccola.

Ben altrimenti maggiore è la potenza disponibile nel flusso perenne di una grande massa di acqua che cada anche da piccola altezza, uno o due metri. Ora, appunto, la potenza prodotta dalla corrente continua data da una pila voltaica è paragonabile a quella di una grande caduta di acqua: quantunque essa corrisponda ad una tensione molto minore di quella di una macchina elettrostatica, pur tuttavia la potenza è, senza confronto, più grande, giacchè assai più grande è la carica spostata per unità di tempo nel circuito, vale a dire la intensità della corrente.

Ma v'ha di più: mentre la energia ottenuta da una forte scarica elettrica, quale poteva ottenersi prima della pila da una macchina elettrostatica, o da un condensatore, è *temporanea* nei suoi effetti ed ha brevissima durata, quella ottenuta da un elettromotore voltiano è, come quella di una caduta di acqua, di carattere *permanente,* e dura fino a che non sia esaurita l'attività della pila. Si comprende quindi, come gli effetti che si possono trarre dallo stesso elettromotore, siano essi luminosi, calorifici o fisiologici, abbiano, con l'aumentare il numero delle coppie voltaiche, carattere di grande intensità e durata. Può, dunque, ben a ragione dirsi che la scoperta della pila aprì un'èra nuova agli studi della scienza elettrica e che, oltre ad essere importante per sè, essa fu importante per le molteplici applicazioni e per le nuove scoperte a cui dette luogo.

Ciò essendo, ci sia qui consentito un breve accenno alle principali circostanze che hanno dato luogo alla scoperta della pila, ed alla gloriosa controversia che ne seguì non solamente in Italia, ma in tutto il mondo scientifico; accenno che faremo, sia per porre in luce la genesi della scoperta del Volta, eliminando, al riguardo, alcune idee preconcette, sia per mostrare quanto importante siano i principî a cui fu informata; importante anche oggi, dopo più di un secolo, in cui le forme speciali dell'elettromotore voltiano non sono più in uso. Ciò conviene fare, anche per un bene inteso principio di amor proprio nazionale, perchè, tra i biografi e narratori della scoperta voltiana non è mancato chi, dopo avere asserito essere detta scoperta dovuta *al caso,* la qualifica come conseguenza esatta di una serie di principî erronei!

Nel 1786 il Galvani, professore di Anatomia nell'Università di Bologna, il quale studiava da varî anni l'azione delle scariche elettriche sulla irritabilità neuromuscolare degli animali a sangue freddo ed in particolare della rana, volendo investigare l'azione dell'elettricità atmosferica, scoprì che se in una rana scorticata di fresco, in modo da avere gli arti inferiori collegati col resto del corpo per mezzo dei soli nervi lombari, si mettono in comunicazione, mediante un arco metal-

lico, i muscoli della gamba con i nervi stessi, si ha, ogni volta, una viva contrazione. Osservò pure che le contrazioni sono più vive quando l'arco conduttore è formato da due metalli diversi, per esempio rame e ferro, o rame e zinco. Tale scoperta fu fatta dal Galvani nella terrazza della casa da lui abitata a Bologna, un giorno in cui, volendo studiare l'azione dell'elettricità atmosferica attaccò accidentalmente una rana sostenuta da un filo di rame, alla ringhiera di ferro della terrazza.

Partendo dall'idea, allora molto in voga, dell'esistenza di un fluido vitale, egli credette di averne dimostrata la esistenza, e spiegò il fenomeno da lui scoperto ammettendo che, sotto l'azione delle forze vitali estinte da poco, i nervi e i muscoli della rana assumessero stati elettrici opposti, come i poli di una macchina elettrica o come le armature di un condensatore. Ponendo in comunicazione i nervi con i muscoli per mezzo di un arco metallico, doveva avvenire la ricombinazione delle due opposte elettricità, e quindi l'effetto di contrazione neuro-muscolare osservata.

La scoperta e le dottrine del Galvani pubblicate nel classico lavoro *De viribus electricitatis in motu muscolari Commentarius* (Bologna, 1791 (1) destarono gran rumore nel mondo scientifico. Esse furono ritenute dai più, e, per qualche tempo dallo stesso Volta, come comprovanti la esistenza della così detta *elettricità animale* che si eccita di per sè negli organi viventi.

Poche scoperte hanno avuto, come quella del Galvani importanza grandissima non solo per se stessa, ma, altresì, per mostrare come i fenomeni



Monumento ad Alessandro Volta
inaugurato nel 1878 nell'Università di Pavia.

naturali possano interpretarsi e spiegare in modi differenti, partendo da punti di vista affatto diversi. Alessandro Volta, professore di fisica all'Università di Pavia, era, all'epoca della pubblicazione del *Commentario,*

(1) Collezione delle opere del prof. L. Galvani. Bologna, 1841.

nella pienezza del suo ingegno, e già celebre per molte ed importanti scoperte: quella dell'elettroforo (1775), dell' elettrometro condensatore (1782), dell'eudiometro (che tanta importanza ebbe in seguito nell'analisi dei composti gassosi) e, infine, per la scoperta dei già accennati concetti fondamentali della elettrometria (1788), quali quello di capacità, di quantità e di tensione elettrica, concetti che gli servirono per graduare e rendere tra loro comparabili le indicazioni degli elettrometri.

Pure avendo, in principio, accettate le idee del Galvani, egli se ne allontanò poco dopo, considerando il fenomeno da un altro punto di vista: il Galvani, fisiologo, aveva portato la sua attenzione sul corpo dell'animale, il Volta, fisico, la portò sull'arco metallico che fa da intermediario e che, secondo il Galvani, avrebbe avuto ufficio secondario. Partendo dal fatto sperimentale che le convulsioni erano più vive quando l'arco era formato da due metalli diversi, egli intuì che la causa del fenomeno dovesse trovarsi, piuttosto che nell'animale, nei due metalli eterogeni i quali formano l'arco conduttore; la opposta tensione elettrica così sviluppata, di origine essenzialmente fisica anzichè fisiologica, dovendo operare come stimolo sulla rana, eccitandone le contrazioni e facendola agire come un sensibilissimo elettroscopio.

Le dottrine voltiane dell'elettromozione di contatto ebbero larga eco in tutto il mondo scientifico, e furono, dai seguaci del Volta, contrapposte a quelle del Galvani e della scuola di Bologna. Fra i sostenitori del Galvani si schierarono, in Italia, l'Aldini, il Valli, il Fontana e, all'estero, l'Ackermann, il Gren, il Soemmering e altri. Il Volta rimase quasi solo a sostenere le sue idee, dalle quali, variando con meravigliosa sagacia le esperienze e giovandosi dell' elettrometro condensatore da lui inventato pochi anni prima, fu condotto a formulare il celebre principio dell'elettromozione.

« In due conduttori eterogenei posti a contatto, si manifesta una causa o forza elettromotrice la quale li mette in stati elettrici ed a tensioni differenti. La differenza di tensione così prodotta, dipende solo dalla natura delle sostanze in presenza ».

Avendo poi scoperto sperimentalmente che, per utilizzare la forza elettromotrice dovuta ad un contatto bimetallico, era necessaria la presenza di un altro conduttore non più metallico, ma liquido, acquoso o salino, il Volta giunse alla costituzione della così detta *coppia elettromotrice semplice*, risultante da una lamina di zinco saldata ad una di rame o di argento, insieme con un conduttore umido formato da acqua salata o acidulata. Avendo, inoltre, riconosciuta la poca efficacia di una sola coppia, trovò, applicando il principio da lui scoperto dei contatti successivi, il mezzo di aumentarla con *l'elettromotore composto*, disponendo un certo numero di coppie elettromotrici una di seguito all'altra, in serie, insieme col conduttore liquido intermedio.

Trovò così sperimentalmente, per

mezzo del suo elettrometro condensatore, che la differenza di tensione o forza elettromotrice di un elettromotore composto, cresce proporzionalmente al numero delle coppie. Dette, infine, all'elettromotore in parola due forme principali: quella classica, ben nota, di *pila a colonna* (fig. 1) in cui le coppie zinco-rame a contatto con rotelle di cartone o panno bagnato, sono sovrapposte verticalmente le une sulle altre, e quella a *corona di tazze* (fig. 2) nella quale le coppie zinco-rame sono disposte entro recipienti contenenti acqua comune o acidulata. In questa seconda forma, alla quale il Volta dette grande importanza, si elimina l'inconveniente della perdita di efficacia che subiscono, dopo poco tempo, le coppie, a causa dell'eliminazione del liquido che bagna le rotelle di panno bagnato, dovuta al peso degli elementi sovrastanti.

La grande scoperta della pila, realizzata verso la fine del 1799, era oramai fatta e, con essa, assicurata al Volta una gloria immortale! Le particolarità ed i concetti informatori della grande invenzione, furono descritti nella celebre lettera scritta il 20 marzo 1800 a Como e diretta a Giuseppe Banks, Presidente della Società Reale di Londra (1) La pubblicazione di questa lettera, effettuata nel giugno del 1800, ebbe una ripercussione indicibile in tutto il mondo scientifico e fu presto riprodotta in tutti i periodici scientifici dell'epoca.

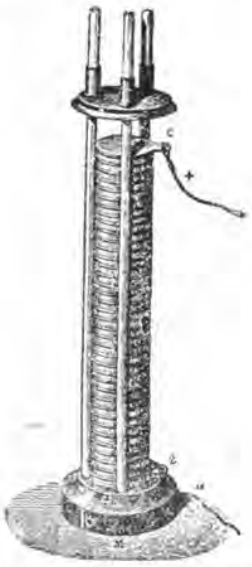


Fig. 1. Pila voltaica a colonna.

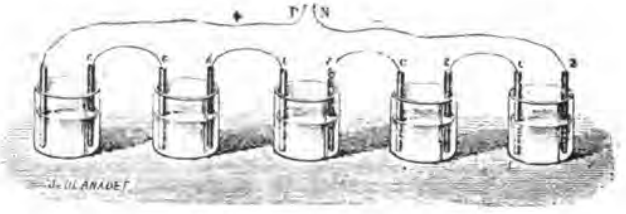


Fig. 2. Pila voltaica a corona di tazze.

(1) Lettera del 20 marzo 1800 a Sir **Joseph Banks**, presidente della Società Reale di Londra, inserita nelle *Philosophical Transactions* del giugno 1800.

Collezione delle opere del cavaliere conte Alessandro Volta, patrizio comasco. Firenze 1816.

La necessità, riconosciuta dal Volta, della interposizione di un conduttore liquido nella coppia bimetallica zinco-rame e la conseguente azione chimica che il liquido stesso, specie se acidulato, esercita sul metallo più ossidabile, sullo zinco, aveva suggerito ad un noto chimico fiorentino, al Fabbroni, il concetto che la vera sorgente dell'elettricità, negli esperimenti del Galvani e del Volta, non fosse nè animale nè metallica, ma di origine *chimica,* e dovuta alla differente azione che l'acqua e le soluzioni saline esercitano sui metalli della coppia voltaica. Malgrado la loro verosimiglianza e l'acume col quale il Fabbroni aveva, fin del 1792, sostenute le sue idee, la teoria chimica delle esperienze galvaniche non ebbe che pochissimi seguaci. Tanto più che la scoperta della pila, fatta sulla fine del 1799, sembrava avere dato una sanzione definitiva alla dottrina del contatto.

La scoperta del meraviglioso elettromotore voltiano era, pertanto, al principio del 1800, un fatto compiuto e noto in tutto il mondo scientifico, ma il suo modo di funzionare era tutt'altro che stabilito. Erano, allora, in presenza tre teorie, ciascuna delle quali pretendeva di avere ragione sulle altre: quella fisiologia del Galvani, quella fisica o del contatto del Volta, e quella chimica del Fabbroni. Sorge quindi spontanea la domanda: quale di queste teorie era la vera e chi aveva ragione? Possiamo oggi rispondere che una parte di vero fosse in tutte e tre. Accade qui quello che succede in quasi tutti i fenomeni naturali, i quali essendo, in generale, estremamente complessi (la pretesa « semplicità » dei fenomeni stessi essendo oramai da escludere) non sono mai dovuti ad una sola causa, ma a parecchie cause concomitanti.

Nel fenomeno delle contrazioni muscolari della rana, aveva parte la così detta elettricità animale, la quale è stata posteriormente confermata dai lavori del Nobili, del Matteucci, del Du Bois Reymond e di altri: avevano ragione il Fabbroni ed i seguaci della teoria chimica, giacchè i liquidi che formano parte essenziale della coppia elettromotrice voltiana devono essere tali da agire sui metalli della coppia e fornire l'energia chimica necessaria al mantenimento della corrente e degli effetti che essa può produrre: verità questa confermata, in seguito, dalle classiche ricerce del Davy e del Faraday ed evidente *a priori*, giacchè il semplice contatto di due conduttori eterogenei se è condizione *necessaria* per lo sviluppo di opposte tensioni elettriche, non può essere sufficiente per il rinnovarsi di esse, vale a dire per dare corrente, giacchè questa, senza la spesa di qualche forma di energia chimica, termica o di altra specie, verrebbe creata dal nulla.

Aveva, infine, ragione il Volta affermando il principio del contatto, il quale, salvo certe restrizioni, è pienamente confermato da numerose esperienze, che, iniziate fin dai tempi della scoperta della pila, continuano ancora oggi ad esercitare la sagacia dei più eminenti sperimentatori ed uomini di scienze, tra i quali basterà ricordare

Lord Kelvin, Righi, Corbino, Majorana, Ayrton e Perry, Mac Kelland, Pellat ed altri. Le recentissime ricerche del Corbino hanno, dopo più di un secolo di discussione, eliminato ogni dubbio sulla vera sede della forza elettromotrice della pila voltaica, e sul vero valore della tensione fra metalli in relazione a quella che l'esperienza dimostra quando si opera nell'aria. Si può quindi affermare essere il principio enunciato dal Volta *assolutamente vero e generale,* se esteso, oltre che al contatto tra metalli, anche a quello fra metalli e liquidi conduttori o di liquidi fra di loro. Ancora una volta, si rivelano qui le qualità eminenti della mente del Volta, il quale pur operando con i mezzi, necessariamente imperfetti, di cui disponeva, ai suoi tempi, aveva intuito la verità assoluta di uno dei principî più controversi della filosofia naturale!

Quanto poi alla causa prima dell'elettricità di contatto è da notare che il Volta, da vero seguace del metodo sperimentale del Galileo, ha evitato di pronunciarsi in maniera assoluta. Tuttavia, egli ritenne di poterla attribuire alla « diversa attrazione che i varî conduttori esercitano sulle due specie di elettricità, positiva e negativa », ipotesi che è stata, nei tempi moderni, invocata da Helmoltz e da altri. E anche a proposito della questione tanto discussa della funzione dell'acqua e dei liquidi nell'elettromotore voltiano, il Volta, in una delle sue lettere al prof. Vassalli di Torino, ritiene che « per azione dei metalli combaciantisi con un corpo umido, o con l'acqua, il fluido elettrico venga spinto, in esso corpo umido, dai metalli medesimi, da quale più, da quale meno (più di tutti dallo zinco, meno dall'argento) ». L'enunciato di questo principio, come giustamente osserva il Righi (1) poco differisce dalla teoria osmotica della pila, sostenuta oggi da molti, e secondo la quale ogni metallo tenderebbe a spingere nel liquido i proprî atomi elettrizzati o ioni.

Quanto precede illustra, riteniamo a sufficienza, quanto poco sia fondata l'opinione di coloro, per fortuna non numerosi, i quali ritengono la scoperta della pila dovuta al caso e conseguenza di principî inesatti!

Quanto poi all'opinione di quelli i quali ritengono l'elettromotore voltiano essere tra le invenzioni oramai sorpassate, notiamo che, con tutti i progressi della tecnica di oggi, malgrado la immensa varietà dei generatori di corrente elettrica fondati sopra concetti diversi da quelli voltiani, le pile idroelettriche, nelle forme derivate dopo la scoperta del Volta, si adoperano ancora oggi ed hanno importanza capitale in moltissime applicazioni dell'elettricità: nella telegrafia e telefonia con e senza fili, nella galvanoplastica, nella doratura argentatura ecc. E sarebbe ancora oggi di grande interesse la scoperta di un nuovo tipo di pila, leggero poco ingombrante, di forza elettromotrice elevata e capace di dare una corrente costante, sufficientemente intensa.

---

(1) **Righi**, *Volta e la pila*, discorso pronunciato a Como il 18 settembre 1899 in occasione del 1° centenario della scoperta della pila.

Parte II.

L'AZIONE DELLE SCOPERTE DEL VOLTA NELLA SCIENZA ELETTRICA MODERNA.

Che la scoperta della pila abbia aperto una nuova èra agli studi ed alle applicazioni dell'elettricità, è cosa comprovata dallo sviluppo storico delle scoperte le quali si vennero man mano facendo, dopo che la accennata lettera del Volta alla Società Reale di Londra venne resa di pubblica ragione e comunicata a tutto il mondo scientifico. Tali scoperte verranno qui, da noi, sommariamente indicate.

Nel 1800, pochi mesi dopo la scoperta della pila, due sperimentatori inglesi, Nicholson e Carlisle, sottoponendo l'acqua all'azione di un elettromotore voltiano di parecchi elementi, trovarono che essa si decomponeva dando idrogeno ed ossigeno. Effettuarono così, per la prima volta, la elettrolisi dell'acqua, confermando, per via elettrica, la scoperta già fatta, nel 1784, dal Lavoisier, secondo la quale l'acqua deve considerarsi un corpo composto e non un elemento, come ritenevano gli antichi. Una delle forme dell'apparecchio per la elettrolisi dell'acqua, detto *roltametro* in onore dello scopritore della pila, è rappresentata dalla figura 3.

Questa nuova applicazione dell'elettromotore voltaico accrebbe sempre più la fama del nostro concittadino, giungendo a tale che il Buonaparte, allora primo Console, il quale, con l'acuta sua mente seguiva tutto quanto fosse manifestazione di vita e di pensiero, invitò, con grandi onori, il Volta a Parigi ove, innanzi al Buonaparte e agli altri membri dell' Istituto, l' illustre fisico

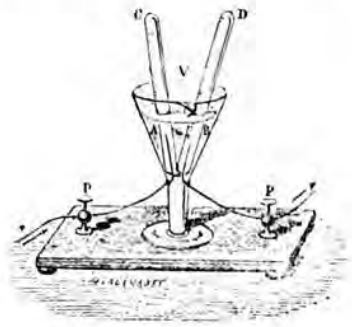


Fig. 3. Il voltametro.

fece, nelle tre memorabili sedute del 7, del 12 e del 22 novembre 1801 (1) la esposizione della sua scoperta. Chi osserva, in una stampa del tempo, la riproduzione di quel memorando avvenimento, non può non rimanere profondamente suggestionato: da un lato, la bella e maestosa figura del Volta il quale, in toga accademica, illustra, tra la deferente attenzione dell'Assemblea, costituita dagli uomini più eminenti del tempo, le sue dottrine; dal-

(1) *Volta in Francia*, comunicazione fatta da E. Mascart il 19 settembre 1899, in occasione del 1° centenario della scoperta della pila.

l'altro, la figura del Buonaparte, che, nella prima fila degli uditori, segue attentamente la esposizione del grande fisico di Como. Erano di fronte, in quella circostanza memorabile, due nomini sommi, degni rappresentanti del genio italiano! (1).

L'impressione e l'entusiasmo che il grande capitano provò per la scoperta del Volta, specie dopo il lusinghiero rapporto fatto da una Commissione dell' Istituto formata dai più illustri fisici del tempo (Laplace, Coulomb, Haüy, Hallé e Biot) furono tali che il Volta venne, poco dopo, nominato socio straniero (2); gli venne, inoltre, accordata la grande medaglia d'oro dell'Istituto, e, per iniziativa del Buonaparte, venne, in suo onore, fondato un premio di 60 mila franchi a chi « con le sue esperienze e scoperte facesse fare, al galvanismo, un passo paragonabile a quello che avevano fatto fare, a queste scienze, Franklin e Volta ».

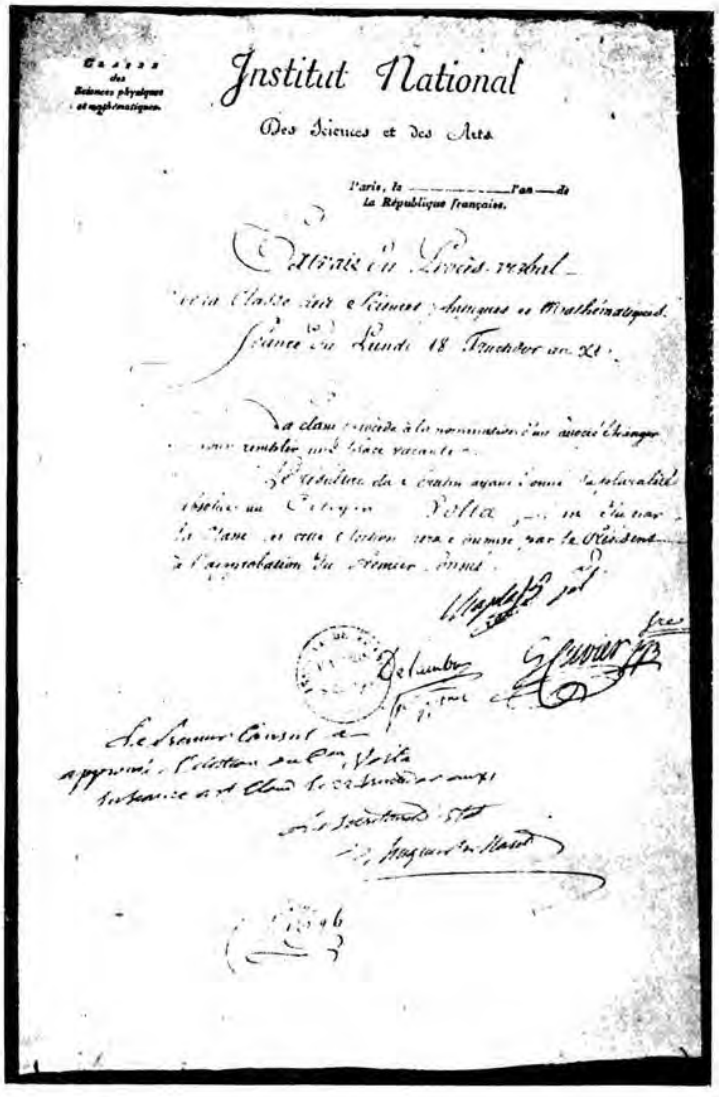
I lavori e le dottrine alle quali la pila aveva aperta la via, si estendevano, intanto, sempre più. Nel 1806 il chimico inglese Davy aveva studiato gli effetti della corrente voltaica sulle soluzioni saline, mettendo in luce l'azione dell'elettricità nei fenomeni chimici, e gettando le basi della famosa « teoria elettro-chimica » strenuamente sostenuta, in seguito, dal Berzelius. Nel 1807, lo stesso Davy, sottoponendo all'azione di una batteria voltaica di 250 elementi, la potassa e la soda mantenute in fusione per mezzo del calore, riusciva ad isolare i due nuovi elementi, potassio e sodio

La costruzione di elettromotori voltiani potenti ebbe grande impulso da tali scoperte. Nella scuola Politecnica di Parigi, fu, per ordine dell'imperatore Napoleone, costruita una grande pila di seicento elementi voltaici, con la quale il Gay Lussac e il Thénard, dopo avere ripetuto e confermato le esperienze del Davy, fecero delle classiche ricerche sulle leggi della decomposizione degli alcali e delle terre, scoprendo un nuovo processo di preparazione del sodio e del potassio mercè l'azione del carbone.

La costruzione della potente pila della scuola Politecnica e la fama delle scoperte fatte a Parigi, eccitò, alla sua volta, una viva emulazione in Inghilterra, ove, dietro iniziativa della *Royal Institution*, si raccolsero in breve tempo i fondi necessari per costruire l'elettromotore voltaico più potente allora conosciuto, formato da 2000 elementi zinco-rame a grande superficie, immersi in recipienti contenenti acqua acidulata con acido solforico. Con questa batteria il Davy, dopo aver completate ed estese le sue ricerche sugli effetti

(1) « Il professore di Pavia, dice Arago nel suo elogio del Volta, era divenuto per Napoleone il tipo del genio. Così lo si vide in breve decorato della croce della Legione d'onore e di quella della Corona di ferro; eletto membro della Consulta Italiana, elevato alla dignità di conte ed a quella di senatore del Regno Lombardo. Quando i componenti l'Istituto italiano si presentavano a palazzo, le brusche domande: ov'è il Volta, sarebbe malato? perchè non è venuto? mostravano con troppa evidenza, forse, che agli occhi del Sovrano gli altri membri, malgrado tutto il loro sapere, non erano che semplici satelliti dell'inventore ». (Arago, *Notices biographiques*, T. I).

(2) Pietro Croci, *Volta e gli scienziati francesi*, « Rivista Voltiana », giugno 1926



Institut National

Des Sciences et des Arts

Fac-simile della nomina del Volta a socio straniero dell' Istituto di Francia.
(Dalla "Rivista Voltiana" di giugno 1926).

chimici e fisici della corrente, fece, nel 1813, la grande scoperta dell'arco luminoso che si disse *voltaico* in onore dello scopritore della pila, e che aprì la via all'illuminazione ad arco (fig. 4). Contemporaneamente, il Davy potè dimostrare la grande potenza calorifica dell'arco, giacchè introducendo in esso le sostanze più refrattarie (platino, zaffiro, magnesia) queste si fondevano o volatizzano. Il principio dei moderni forni elettrici era trovato!



Fig. 4. Scoperta dell'arco voltaico. (Davy, 1813).

Le scoperte basate sui meravigliosi effetti della elettricità nelle condizioni dinamiche o di corrente, di questa nuova forma di energia resa possibile con la scoperta del Volta, si susseguono interrottamente, a breve periodo. Nel 1819 il fisico Oersted di Copenaghen, scopre l'azione che la corrente elettrica esercita sull'ago calamitato e getta le basi dell'elettromagnetismo (fig. 5). Nel 1820, Ampére e Arago studiano l'azione prodotta sull'acciaio dai conduttori filiformi avvolti a spirale (fig. 6) e aprono così la via alla scoperta, fatta alcuni anni dopo dall'inglese Sturgeon, dell'elettrocalamita, quest'organo così importante in quasi tutte l'applicazioni della corrente. Nel 1821, lo stesso Ampère scopre le azioni reciproche che esercitano fra loro i conduttori percorsi da corrente, gettando le basi della famosa « teoria dei fenomeni elettrodinamici » che forma uno dei titoli di gloria del grande matematico e fisico francese, e della quale, nel 1921, la Francia celebrò il centenario (1).

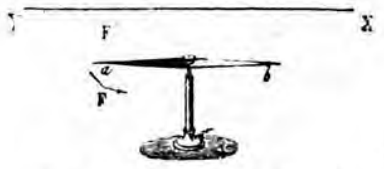
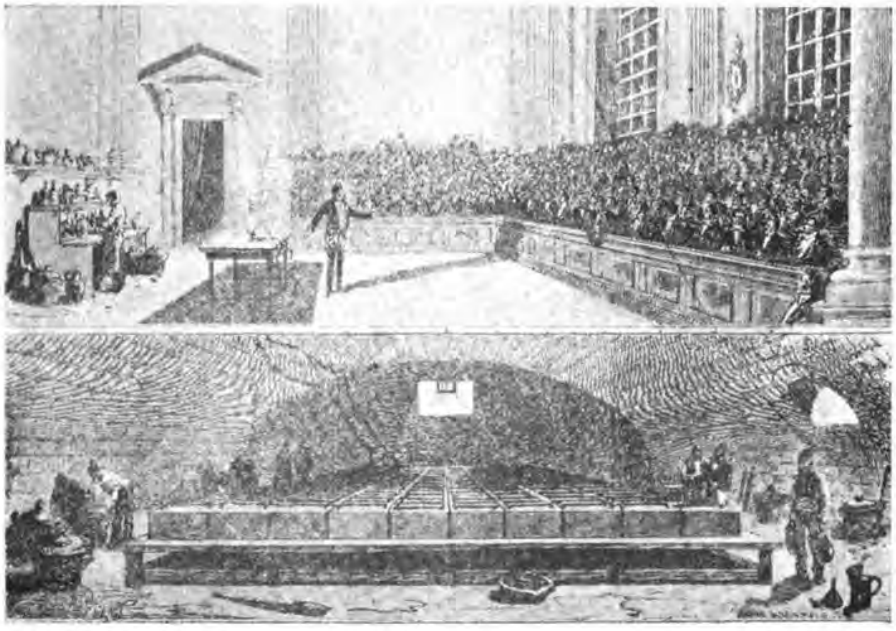


Fig. 5. Esperienza di Oersted, 1819.

Il 1827 è un anno di lutto per l'Italia e per la scienza. Il Volta che, per desiderio di Napoleone, aveva consentito a tenere l'ufficio di professore all'università di Pavia, fino a tarda età, si era ritirato nella sua città natale, a Como, attendendo sempre ai suoi studi prediletti e, in special modo, ai fenomeni della meteorologia elettrica. Il 5 marzo 1827, lo stesso giorno della morte di Laplace, si spense all'età di 82 anni, circondato dall'affetto dei suoi e dall'ammirazione di tutto il mondo.

Poco dopo la morte del Volta, essendosi luminosamente chiuso il primo

(1) *Centenaire des découvertes d'Ampère* (Séance solennelle du 24 novembre 1921).



Humphry Davy eseguisce l'esperimento dell'arco voltaico illuminante nel suo corso di chimica all'Istituto Reale di Londra. (Dal **Figuier** — *Le nuove conquiste della scienza*).

periodo delle grandi scoperte dovute alla corrente elettrica, se ne iniziò ben presto un altro. Nel 1831, il grande fisico inglese Faraday scoprì un nuovo metodo di produzione della corrente elettrica, detto della *induzione elettromagnetica*, affatto diverso da quello voltiano. Anzichè ottenere la corrente per mezzo di pile o generatori idroelettrici, egli la ottiene con mezzi meccanici, mercè, cioè, lo spostamento di magneti o di conduttori percorsi da corrente.

La grande scoperta del Faraday apre anche essa, come quella della pila voltaica, una nuova èra negli studi dell'elettricità; da essa derivarono, nel periodo che segue il 1831, le macchine magneto-elettriche, le quali generano, invece delle correnti continue date dalla pila, le così dette correnti ondulate e alternate, mercè la spesa di energia meccanica, anzichè chimica. Ma devesi notare che questi primi generatori di corrente basati nell'induzione, non assumono una vera e



Fig. 6. Azione magnetizzante della corrente (Arago e Ampère, 1820).

propria importanza industriale: questa doveva manifestarsi molto più tardi, dopo il 1860, in seguito alla scoperta del Pacinotti.



Antonio Pacinotti.

Il periodo che segue la scoperta del Faraday è, tuttavia, fecondo di altre notevoli scoperte. Nel 1832 l'americano Morse, concretando alcune idee emesse da Ampère nel 1820 ed alcuni tentativi fatti anteriormente per inviare a distanza dei segnali attraverso a fili conduttori, inventa il primo telegrafo elettrico ad elettromagnete che acquista una importanza grandissima dopo che, nel 1837, lo Steinheil di Monaco insegna ad utilizzare la terra come conduttore di ritorno sopprimendo così uno dei conduttori che collegano le due stazioni, trasmittente e ricevente. La prima linea telegrafica si apre in America nel 1843 tra Washington e Baltimora, e subito dopo, per iniziativa del Matteucci, si aprono le prime linee telegrafiche toscane.

La trasmissione dei segnali per mezzo di fili conduttori era oramai iniziata, e, malgrado le ostilità che incontrò, anche da parte di uomini di scienza, la telegrafia si sviluppò sempre più efficacemente, specie per opera di Wheatstone, di Siemens, di Hughes, dell' italiano Caselli che inventò il primo telegrafo autografico ecc. Nel 1851, si ebbero, oltre alle linee terrestri, i primi cavi sottomarini (Douvres-Calais) e, finalmente, nel 1866, per opera del grande fisico inglese W. Thomson (divenuto poi Lord Kelvin) si iniziò la prima comunicazione transoceanica tra l'Irlanda e l'America del Nord. La grande applicazione della corrente voltaica alla trasmissione dei segnali da un punto all'altro del globo, era anche essa un fatto compiuto!



Galileo Ferraris.

La seconda metà del secolo XIX, splendidamente iniziato con la pila, vide sorgere un' altra grande invenzione anch' essa italiana. Nel 1860, circa trenta anni dopo la scoperta dell'induzione elettromagnetica, Antonio Pacinotti inventava, a Pisa, la dinamo

ad anello che da lui porta il nome, nella quale si ottiene non più una corrente ondulata o alternata come nelle antiche macchine magneto-elettriche, ma una corrente a ondulazioni così poco sentite da potersi praticamente considerare come costante. In questo meraviglioso apparecchio, organo essenziale della moderna elettrotecnica



Il monumento ad **Antonio Meucci** a Staten Island.

e di cui la priorità venne ufficialmente riconosciuta nel Congresso internazionale del 1881, il Pacinotti scopriva la proprietà preziosa di essere *riversibile*, vale a dire di poter ottenere, da esso, corrente elettrica mercè la spesa di lavoro meccanico, e, viceversa, ricavare energia meccanica mercè la spesa di corrente elettrica. La dinamo può, in altre parole, funzionare da generatore o da motore. Inoltre, la molteplicità delle funzioni che può compiere l'anello Pacinotti è tale che è possibile, con adatte modificazioni, ottenere da esso non solo la corrente continua ma anche le varie forme di corrente alternata.

Si deduce da ciò non essere esagerato l'affermare che, come l'elettromotore voltiano è stato il punto di partenza di tutti i grandi progressi fatti fin verso la metà del secolo scorso, la dinamo Pacinotti è stata l'origine di tutti i grandi progressi realizzati nella moderna elettrotecnica. E il campo di applicazione della dinamo, oltre che all'illuminazione, all'industria elettrotermica, alla galvanoplastica, alla trazione, è stato esteso al grandioso problema del trasporto della energia a distanza, e portato ad alto grado di perfezione con la scoperta dei motori a campo rotante dovuta, nel 1888, a Galileo Ferraris, professore a Torino.

Ma, in fatto di scoperte in materia elettrica, il nome di inventori italiani ricorre continuamente. Un'altra meravigliosa invenzione, dovuta anch'essa ad un nostro connazionale, faceva la sua prima apparizione in Europa nel 1876: il telefono magnetico. Invenzione contestata di due fisici stranieri, Graham Bell e Elisha Gray, essa è, in realtà, dovuta ad Antonio Meucci di Firenze il quale fece la grande scoperta nel 1849, a Staten Island in America, quando era compagno di lavoro e di idealità di Giuseppe Garibaldi. Fu solo molti anni dopo, nel

1871, che egli, privo come era di mezzi, potè domandare una patente all'ufficio dei Brevetti di Washington. Tale domanda dette luogo ad un clamoroso processo dal quale risultò, tuttavia, la indiscutibile priorità del Meucci nell'invenzione attribuita al Bell (1).

Il secolo XIX che, dopo la scoperta della pila, aveva veduto nascere quella della dinamo, del telefono, e dei motori a campo rotante, è stato degnamente chiuso da un'altra scoperta dovuta anch'essa ad un italiano, a Guglielmo Marconi. La telegrafia senza fili è venuta a coronare il grande ciclo di scoperte, iniziato dal Galvani e dal Volta e ininterrottamente continuato dal Pacinotti, da Meucci, da Ferraris, e da Marconi. L'opera iniziata con la scoperta *del primo elettromotore* che rende la corrente elettrica capace di effettuare, fra tanti e così svariati effetti, la trasmissione del pensiero attraverso i fili conduttori, è stata degnamente chiusa con la scoperta del primo *radiatore di segnali* che permette la trasmissione del pensiero, sotto forma di perturbazioni elettriche attraverso lo spazio, senza bisogno di fili conduttori. Sarebbe certamente interessante investigare,



Guglielmo Marconi.

come abbiamo fatto per la pila, la genesi di questa nuova scoperta e la sua capitale importanza per scopi civili e militari, ma la vastità dell'argomento e il timore di stancare l'attenzione dei nostri lettori, ci suggeriscono di rimandare, per ora, lo svolgimento dell'interessante tema.

Roma, novembre 1926.

PROF. G. VANNI

(1) È assai interessante riferire la prima descrizione che Garibaldi fa, nelle sue *Memorie*, dell'invenzione del Meucci:

«Benchè occupato nella fabbricazione delle candele, Meucci non cessava di studiare il suo apparecchio: nei suoi esperimenti io lo aiutavo, mentre giovo di cuore alle prime prove, quando, cioè, il Meucci, collocato un filo metallico tra il piano superiore della casa e la cantina e attaccati all'estremità due coni chiusi da membrana, studiava di perfezionare le vibrazioni sonore e la corrente».

(Favoino di Giura: Antonio Meucci).

Distanza virtuale in radiotelegrafia

In un articolo di questo periodico(1) ho esposto le ragioni che mi sembrano giustificare un nuovo modo di rappresentare la efficenza di una stazione R. T. emittente, ovvero la sua attitudine ad irradiare delle onde e. m. La grandezza scelta a tale scopo misurabile in volta è la *forza cimomotrice* (f. c. m.)

$$E_{\text{volta}} = \frac{120\,\pi\,h_r\,i}{\lambda} \qquad \begin{matrix} i \text{ ampère} \\ h_r, \lambda, \text{ metri} \end{matrix}$$

e dipende da tutte e sole le grandezze che influiscono sulla emissione delle onde, mentre è indipendente dalle caratteristiche che influiscono sulla propagazione delle stesse onde.

La f. c. m. dà il modo di calcolare subito la intensità del campo elettrico prodotto alla distanza r nel piano equatoriale dell'antenna, e nel caso ideale di un terreno piano e perfettamente conduttore e di un'atmosfera perfettamente isolante.

Basta dividere la f. c. m. per la distanza in metri per avere la forza elettrica in volta/metro.

Al caso pratico però, cause di vario genere fanno si che la f. c. alla distanza r differisca notevolmente da quella risultante dal calcolo ora citato. Queste cause sono però tutte dipendenti dal mezzo nel quale si debbono propagare le onde; sembra quindi conveniente sintetizzare l'effetto di queste varie cause raccogliendo in un unica espressione il loro effetto complessivo, salvo a cercare poi il modo di calcolare questa espressione in funzione delle cause stesse, cioè delle condizioni di propagazione delle onde.

Questa espressione che dipende unicamente dalle condizioni della propagazione (come la f. c. m. dipende solo dalle condizioni della stazione emittente), può chiamarsi *distanza virtuale* D e può rappresentarsi come il quoziente tra la f. c. m. della stazione emittente ed il campo prodotto (effettivamente constatato) alla distanza r.

Nel caso ideale, della propagazione in atmosfera perfettamente isolante e su terreno perfettamente piano e conduttore, la distanza virtuale D coincide con la distanza reale r: negli altri casi pratici la D sarà maggiore di r e dipenderà, oltre che dalla stessa r, anche dalle condizioni del terreno, sia elettriche che morfologiche, nonchè dalle condizioni dell'atmosfera, e dalla lunghezza d'onda.

Posto dunque:

$$D_{\text{metri}} = \frac{E_{\text{volta}}}{F_{\text{volta/metri}}}$$

è chiaro come tutte le esperienze intese a misurare in varie condizioni di tempo e di luogo la intensità del campo F prodotto ad una distanza r

(1) Bollettino R. T. del R. E. - aprile 1926 - Proposta di una nuova unità - forza cimomotrice.

da una stazione emittente di f. e. m. E. danno il modo di determinare la distanza virtuale D, in analoghe condizioni di tempo e di luogo: e che d'altra parte tutte le ricerche, anche in via teorica, intese a determinare la espressione della distanza virtuale D, in funzione delle varie circostanze di tempo e di luogo, daranno il modo di calcolare immediatamente il campo elettrico di una stazione data, nelle dette circostanze di tempo e di luogo.

L'adozione della distanza virtuale viene così a separare nettamente lo studio della propagazione da quello della emissione delle onde e ciò può facilitare le ricerche relative.

Esempi di distanze virtuali si possono ricavare facilmente dalle note formule di propagazione. Così dalla formula di Austin si può ricavare la distanza virtuale nel caso di trasmissione a grande distanza sul mare con onde relativamente lunghe: èssa è

$$D = r\, e^{\frac{\alpha\, r}{\lambda}}$$

La formula de lotta dall' Eccles per terreni montani (1) dà quella della propagazione in tali terreni

$$D = r\, e^{\sqrt{\frac{2\, r\, \varphi_1\, \varphi_2}{\lambda}}}$$

in cui φ_1 e φ_2 sono gli angoli (in radianti) sotto i quali l'ostacolo è visto delle stazioni corrispondenti, riferiti alla congiungente le due stazioni stesse.

Così altre espressioni potrebbero ricavarsi dalle esperienze intese a misurare le intensità del campo al variare dell'altezza del sole.

In conclusione se si potrà trovare il modo di predeterminare la distanza virtuale D di due località date qualsiasi, si potrà immediatamente calcolare la f. e. m. E, occorrente per ottenere tra le due località un campo di intensità data F, colla semplice relazione

$$E_{\text{volta}} = F_{\text{volta/metri}}\, D_{\text{metri}} = \frac{120\, \pi\, h_r\, i}{\lambda}$$

e de lurre quindi subito i dati (λ, h_r, i) occorrenti per ottenere la necessaria f. e. m. E.

Sembra dunque che l'introduzione esplicita di questa nuova quantità possa stimulare gli studi atti a predeterminarla in funzione delle varie cause che influiscono sulla propagazione delle onde, il che indubbiamente varrebbe a perfezionare i calcoli relativi ai progetti di impianti R. T.

(1) Eccles - Wireless telegraphy and telephony - 1918 - pag. 471.

Luigi Sacco
Ten. Colonnello del Genio

Oscillografo catodico Dufour

BIBLIOTECA NAZ. ROMA VITTORIO EMANUELE

Per lo studio delle correnti e delle tensioni variabili con il tempo, come sono appunto ad esempio le correnti alternate e quelle oscillanti, l'Officina R. T. ed E. possiede un oscillografo catodico Dufour.

Tale apparecchio deriva dal tubo classico di Braun, ed ha per iscopo di permettere la tracciatura di oscillogrammi, ottenuti sotto forma di curve piane, riferite a due assi cartesiani, di cui uno è quello dei tempi e l'altro è quello dei valori della tensione o della corrente.

Nel tubo di Braun un fascio di raggi catodici, emesso dal catodo, si propaga in linea retta nell'interno del tubo e percorre uno spazio più o meno grande, a seconda se il vuoto è più o meno spinto. Per ridurre le dimensioni del fascio si dispone sul suo tragitto un diaframma con un piccolo foro al centro. Se dentro il tubo, ad una certa distanza, si colloca uno schermo di sostanza fluorescente, si avrà che il pennello di raggi catodici segna su di esso una macchia chiara su fondo scuro, indicando così il punto ove arrivano i corpuscoli elettrici. Si supponga ora di creare, al difuori del tubo, e normalmente al fascio catodico, un campo elettrico oppure magnetico che agisca nel tratto fra il diaframma e lo schermo. La macchia chiara sarà spostata dalla sua posizione iniziale, e se il campo è continuamente variabile, lo spostamento sarà pure continuo.

La deviazione angolare α prodotta da un campo H uniforme nei due casi è:

$$\alpha = H \frac{e}{m} \frac{l}{r^2} \quad \text{campo e. s.}$$

$$\alpha = H \frac{e}{m} \frac{l}{r} \quad \text{» e. m.}$$

essendo e la carica elettrica degli elettoni, m la loro massa, r la loro velocità ed l la lunghezza sulla quale sono sottoposti all'azione del campo H.

Per un determinato tubo i valori l, r e $\frac{e}{m}$ sono costanti e quindi α è proporzionale ad H; e lo spostamento della macchia catodica rappresenta, a meno di un fattore costante, l'intensità del campo che ha agito sugli elettroni nel momento in cui essi lo hanno attraversato.

Affinchè gli spostamenti della macchia catodica si possano valutare in funzione del tempo, basta far scorrere di moto uniforme lo schermo in senso normale agli spostamenti; e se lo schermo mobile è una pellicola od una carta sensibile, si potrà anche fotografare tali spostamenti, avendone la curva della variazione di corrente o di tensione.

Nell'oscillografo Dufour la pellicola o la lastra fotografica è precisamente

collocata nell' interno del tubo: dopo introdotta la lastra o la pellicola si fa il vuoto nel tubo, fino al grado necessario; si esegue la registrazione; si estrae la lastra o la pellicola impressionata e la si sviluppa e fissa con i metodi fotografici soliti; si otterrà nella negativa la curva nera su fondo chiaro.

La registrazione avviene in modi diversi, a seconda la frequenza del fenomeno da esaminare. Se la frequenza è bassa, si fa muovere di moto uniforme la pellicola fotografica, analogamente a quanto si ha nei comuni strumenti registratori, con la differenza che l' elemento scrivente è il raggio catodico. Se la frequenza è alta, allora la registrazione fatta come oradetto non riesce a dare una figura distinta, poichè lo spostamento della pellicola, per quanto rapido, è troppo lento rispetto alla frequenza del fenomeno. Supposto infatti di voler registrare la frequenza 10^6 con un intervallo di 1 cm. nella curva, occorrerebbe la velocità di 10 Km./sec: nella pellicola. Si raggiunge lo scopo facendo intervenire una frequenza ausiliaria, che fa da supporto alla frequenza più alta, e che la distribuisce su uno sviluppo sufficente perchè la registrazione sia distinta. La registrazione è ugualmente possibile, dato il gran numero di elettroni emessi. Se infatti l'intensità di corrente al tubo è di 2 milliampère, si proiettano dal catodo 1.5×10^{16} elettroni al secondo, e se una parte soltanto (ad es: $1/_{200}$) passa al di là del diaframma, il pennello catodico avrà 10^{14} elettroni al secondo. Se la registrazione si fa con un tratto largo un $^m/_m$, che si sviluppa 3 cm. per ogni periodo, e se la frequenza è 10.000.000 ($\lambda = 30$ m.) si ha che per ogni $^m/_{mq}$ della pellicola arrivano 300.000 elettroni, e la registrazione ha certamente il carattere di una linea continua.

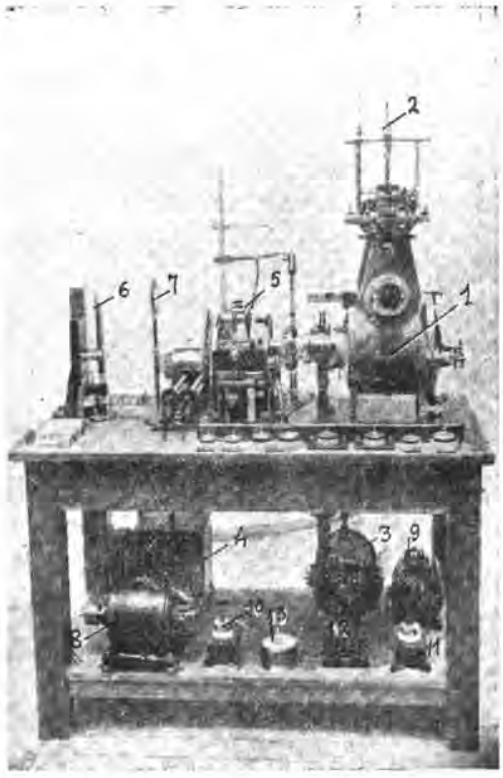


Fig. 1.

L'oscillografo completo per il funzionamento è costituito (figg. 1 e 2) da una camera 1, nel cui interno si trova la pellicola fotografica e che ha superiormente il tubo 2 a raggi catodici. Nella camera, e quindi nel tubo, si fa il vuoto a mezzo di una pompa

molecolare Hollweck 3 e di una pompa preparatoria ad olio 4. Un interruttore speciale 5, un diapason elettrico 6 con lente 7 servono solamente per le basse frequenze ; per le alte frequenze è ne-

ampermetro 13, è tutta quanta sistemata nel piano inferiore del tavolo. Il piano superiore porta invece il rimanente dell'oscillografo, insieme con interruttori, valvole fusibili, resistenze

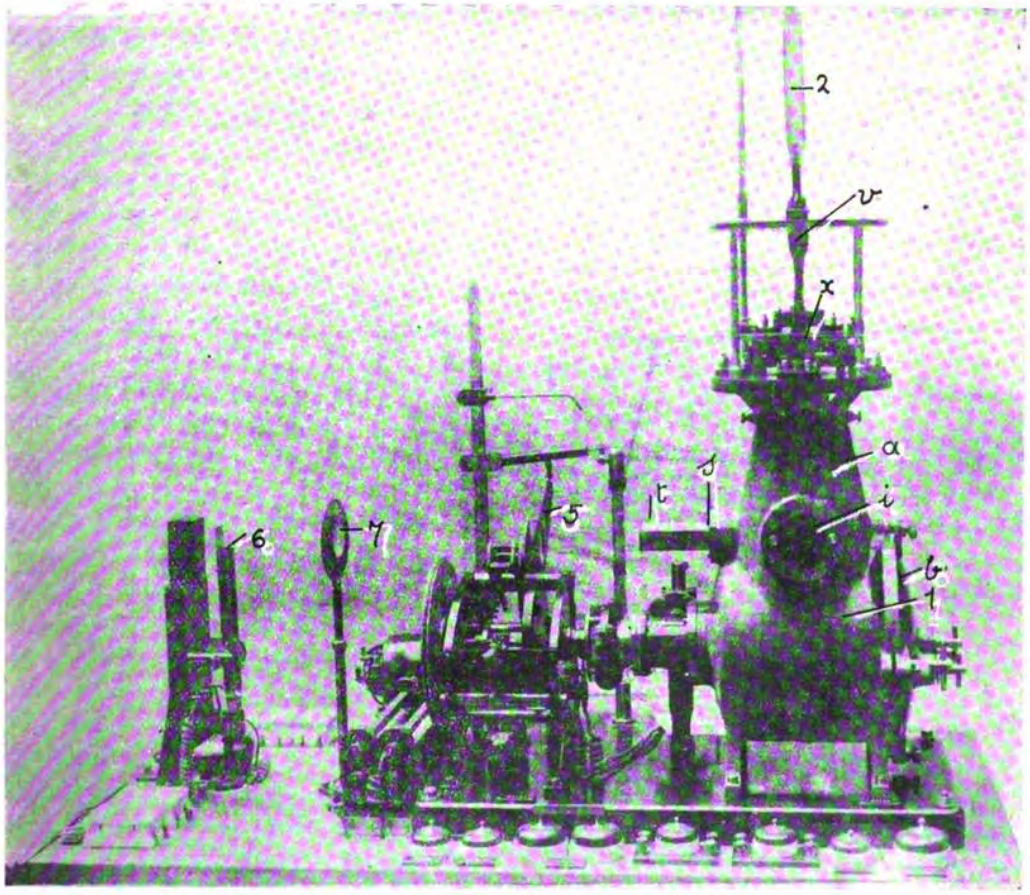


Fig. 2.

cessario servirsi di un interruttore, sincrono, a parte. L'apparecchiatura per il vuoto e cioè le due pompe 3 e 4, il motorino 8 per la pompa ad olio, il convertitore 9 per la pompa molecolare, insieme con gli interruttori 10 - 11, un commutatore 12 ed un

regolabili necessarie per il funzionamento.

La camera a vuoto risulta nel suo complesso dalla fig. 3, ed è costituita da un corpo cilindrico, chiuso da due calotte speriche di cui una *b* apribile a cerniera, l'altra fissa, e prolungantesi

in un tubo b' con attacco m per il tubo di gomma di collegamento con la pompa molecolare. La calotta b è munita di chiavette per comandare

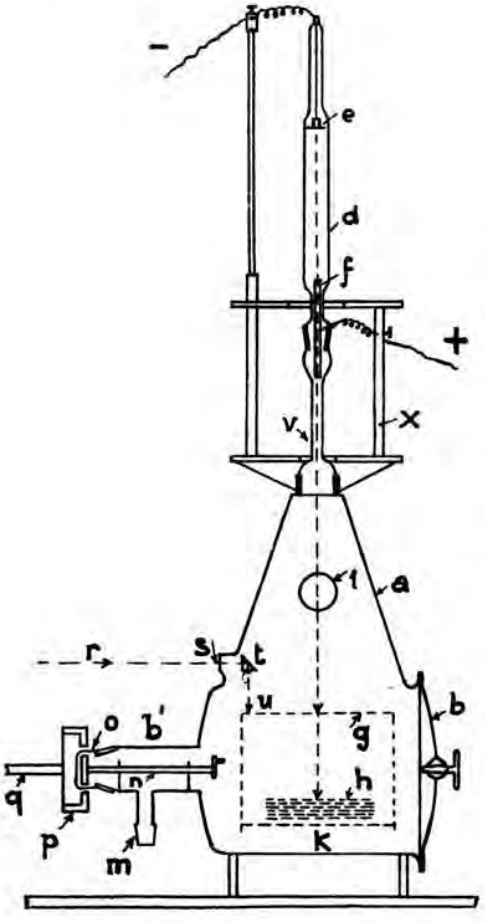


Fig. 3.

dall'esterno il tamburo porta pellicola; il tubo b' contiene un alberetto n con nasello per la rotazione del tamburo suddetto.

Il corpo cilindrico ora detto si prolunga superiormente con corpo tronco-conico a munito di un foro i di spia, e di un foro superiore per l'innesto del tubo r di raccordo fra la camera ed il tubo catodico d. Una intelaiatura x, che può ruotare intorno al sostegno, porta gli elementi elettrici che dovranno influire sul raggio catodico.

Perchè sia possibile segnare sulla pellicola il tempo, il corpo conico a è munito ancora di un foro s con prisma t a riflessione totale. Un raggio di luce proveniente da una sorgente luminosa viene interrotto ad intervalli regolari dalle fessure disposte alle estremità dei due rebbi del diapason 6, concentrato poi a mezzo della lente 7, e percorre così il tragitto $r\ s\ t\ u$, fino alla pellicola.

La rotazione dell'albero n per il movimento del tamburo della pellicola è comandata dall'esterno, a mezzo di trascinamento magnetico, creato dall'elettrocalamita p che è solidale all'albero q dell'interruttore 5.

Il fascio catodico proveniente dal catodo e viene ridotto ad un pennello filiforme per mezzo del diaframma a tubo f, il quale però, essendo collegato alla massa metallica dell'oscillografo, funziona da anodo. Il pennello catodico, nel percorso entro il tubo r, è sottoposto all'azione dei campi elettrici e magnetici, i quali ne producono così le diverse deviazioni, principale e secondarie, che verranno registrate sulla pellicola in g, oppure in h su lastre fotografiche. Per l'esame del raggio catodico è disposto a guisa di coperchio del tamburo della pellicola, un

settore cilindrico, che funziona da schermo e che è rivestito di un deposito di platinocianuro di bario, sul quale il fascetto catodico segnerà una macchia bianchissima, visibile attraverso la spia *i*. A mezzo della chiavetta della calotta *b*, il settore cilindrico viene fatto ruotare al momento opportuno, di modo che resti esposta la pellicola su cui avverrà la registrazione.

Il vuoto nell'interno di tutta la camera e del tubo catodico si mantiene per un tempo più che sufficente per l'esame e la registrazione; del resto si può sempre correggere il vuoto servendosi della pompa. La durata del vuoto dipende però dalla cura con cui sono stati fatti gli innesti e le chiusure delle varie parti: e cioè del tubo catodico sul raccordo, del raccordo sul corpo tronco-conico, delle calotte sferiche, della spia ecc. L'innesto del tubo catodico o di quello di raccordo si fa ogni volta che si vuol cambiare uno dei due (cosa non certo frequente); la chiusura dello sportello a calotta *b* avviene invece ad ogni registrazione, dato che una volta segnato l'oscillagramma, occorre aprire la camera per estrarre la pellicola impressionata; e si potrà chiuderla solo dopo aver introdotta una nuova pellicola. La tenuta perfetta della chiusura di tale sportello è assicurata per il fatto che la parte mobile e quella fissa combaciano per due corone circolari di un cm. di altezza, levigatissime, unte con un grasso molto fine, esente da corpi estranei, anche se minimi.

Il tubo catodico è rappresentato nella fig. 4; quello di raccordo, nelle diverse forme che può assumere, nella fig. 5. L'insieme *A B* (*A* tubo catodico, *B* primo tubo di raccordo) permette lo studio di campi magnetici che agiscono dall'esterno in corrispondenza della strozzatura di *B*. L'ordine

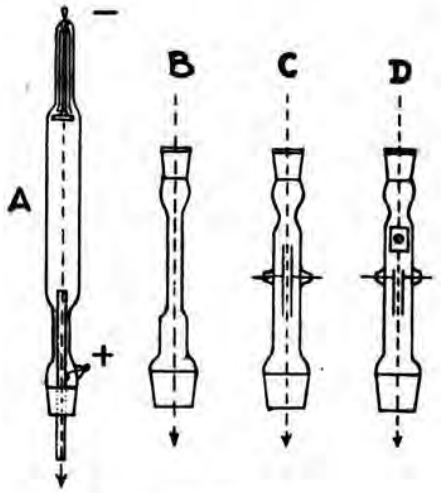


Fig. 4. — Fig. 5.

della deviazione del fascio catodico è di 1 $^{m}/_{m}$ per un campo di circa 30 gauss d'intensità, il quale agisca su un percorso di 5 cm. del raggio. La combinazione *A C* permette lo studio dei campi elettrostatici, poichè il tubo *C* porta due armature metalliche formanti condensatore, fra le quali passa il raggio catodico. Se le armature sono distanti 5 $^{m}/_{m}$ e sono lunghe (nel senso della propagazione del fascio) 8 cm. si avrà una deviazione di circa 1 $^{m}/_{m}$ per un potenziale di 10 volta applicato alle armature stesse. I dati accennati valgono per un tubo in buone

condizioni di lavoro, con vuoto abbastanza spinto, tale da avere circa 30.000 volta di tensione agli elettrodi del tubo (velocità del raggio catodico prossima ai 100.000 Km. sec.). Adoprando la combinazione *A D* si può studiare l'azione di due campi elettrici, normali l'uno all'altro. Si può però fare l'esame di campi elettrici anche con la combinazione *A B*, disponendo al difuori del tubo le due armature del condensatore.

Per assicurare il vuoto con il funzionamento delle due pompe è necessario introdurre nella camera dell'oscillografo una navetta contenente anidride fosforica, per assorbire l'umidità dell'aria interna.

Registrazioni di frequenze basse e medie.

Il cilindro porta pellicola è di diametro 150 $^{m}/_{m}$, con uno sviluppo di 150 $^{m}/_{m}$; la sua velocità di rotazione, comandata, come si è gia detto, per trascinamento magnetico dall'esterno, è di una decina di giri al secondo. Di conseguenza se si fa funzionare senza precauzione il tubo catodico se ne ricaverà una registrazione sovrapposta parecchie volte, e quindi non chiara. Per ottenere un oscillogramma semplice e senza sovrapposizioni è sufficente far funzionare il tubo catodico soltanto per il tempo per cui dura un giro del cilindro. A ciò si arriva con l'aiuto dell'interruttore speciale 5 indicato nelle figg. 1 e 2, inserito in circuito come dalla figura 6.

L'interruttore consiste in un volano *R* fatto ruotare da un motorino elettrico apposito, e munito di una guida elicoidale in cui può entrare, a volontà dell'operatore, un pernetto *c* solidale ad un braccio metallico *a* che può ruotare intorno al proprio asse *b*. Se il volano sta girando nel senso della freccia, basta tirare la manetta *e* affinchè lo stelo *d* obblighi il pernetto *c* a impegnarsi nella guida, percorrendola dal centro verso la periferia. In tal modo il braccio *a* dalla posizione in alto, segnata con linea continua, viene portato a quella in basso (linea punteggiata). Ora nella posizione in alto il braccio *a*, a mezzo del tirantino isolante *m* e della levetta *n* conduttrice chiude il circuito dell'alta tensione da *s* ad *o* sopra il tubo ausiliario *t'*. Una volta staccato *n* da *o*, arrivando *n* in *n'* e chiudendosi il contatto in *p*, si avrà che *t'* è staccato ed invece il circuito da *s*, per *n' p* si collega al tubo catodico. Tutto ciò si verifica fino a che il braccio *a* non arriva alla posizione punteggiata, nella quale toccando il contatto *q*, per *s*, *n'*, *p*, *q* chiude l'alta tensione in corto circuito attraverso la massa, ed il tubo catodico rimane spento. Le cose sono disposte in tal modo che la durata di funzionamento del tubo corrisponde ad un giro del cilindro.

Nel caso di frequenze basse, si disporranno le bobine di campo che devono comandare il fascio catodico in tale posizione che le deviazioni del fascio siano parallele all'asse del cilindro registratore. In questo modo si possono studiare frequenze fino all'ordine di 10.000 al sec.

Le figg. 7-8 rappresentano alcune

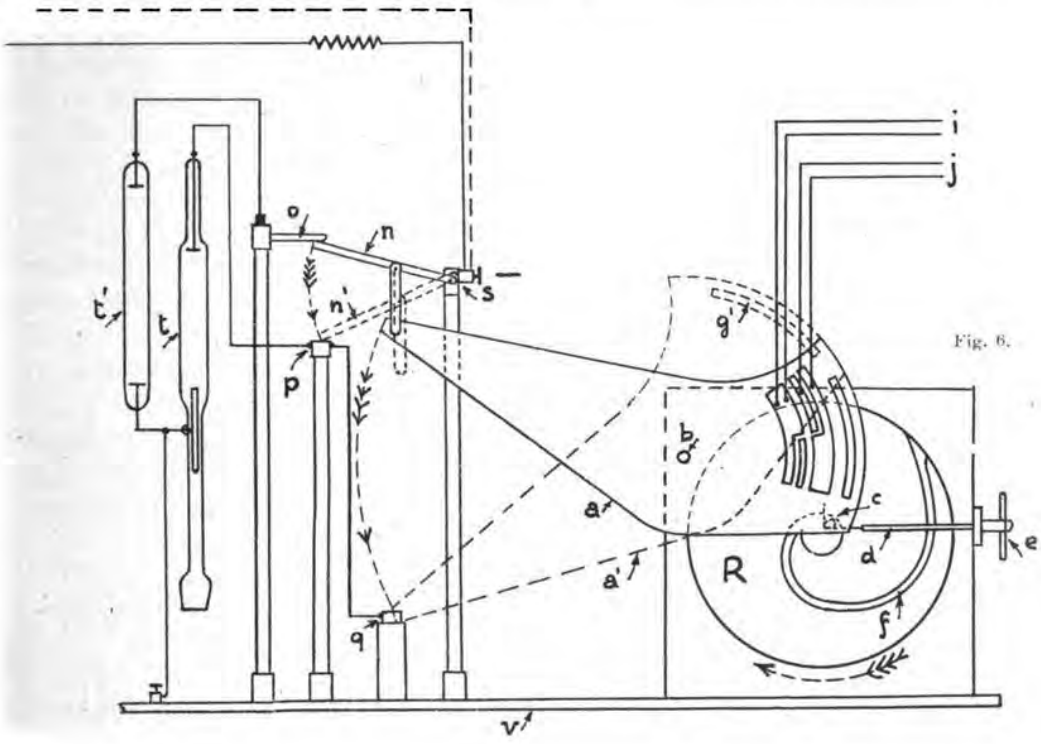


Fig. 6.

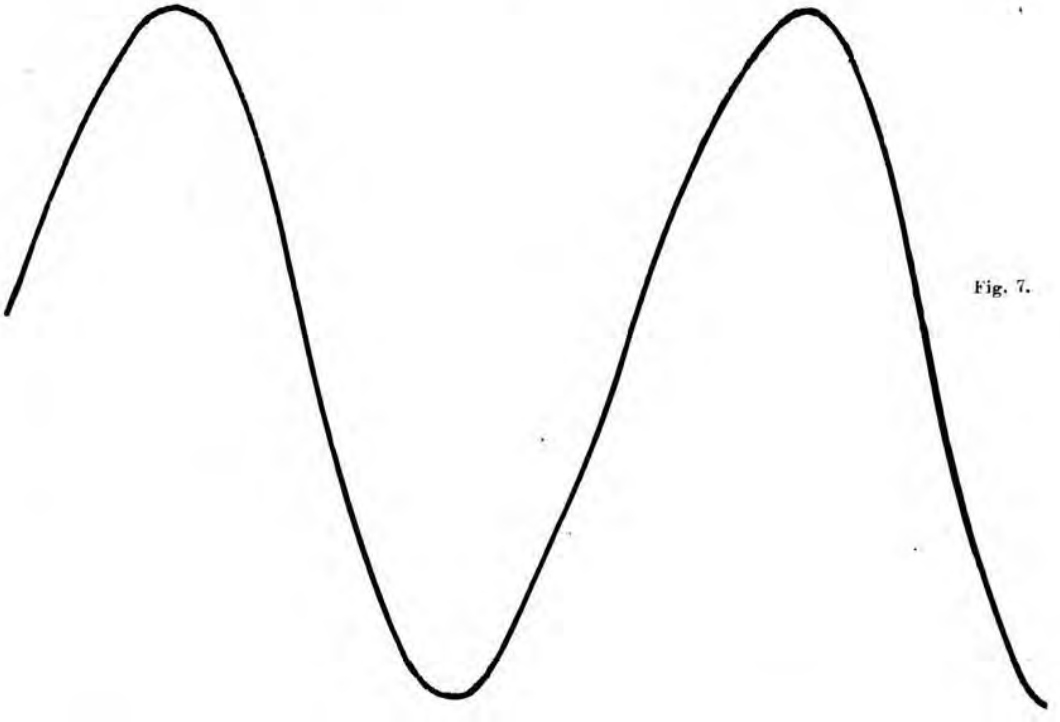


Fig. 7.

curve ottenute in tal modo. Invece che con un campo magnetico si può agire analogamente con un campo elettrico. Se la frequenza aumenta, allora il movimento del cilindro non è sufficentemente grande da spaziare la registrazione in modo che essa sia leggibile. Si ricorre in tal caso ad una frequenza accessoria, dell'ordine da 100 a 10.000, e questa deve essere disposta in modo da dare una deviazione del fascio parallela all'asse del cilindro; su di essa si farà intervenire la frequenza più elevata, la quale deve agire sul fascio con un campo che produca deviazioni nel senso perpendicolare all'asse; quest' ultime deviazioni saranno in generale di ampiezza molto minore delle deviazioni della frequenza accessoria. La lettura è nettissima sulla zona di mezzo; si ha invece un po' di sovrapposizione ai lati, a meno che non si facciano così ampie le deviazioni del campo ausiliario da uscire con gli estremi fuori della pellicola di registrazione. Si è verificato che la lettura della frequenza elevata è agevole, quando il suo valore è compreso fra 50 e 150 volte quello della frequenza ausiliaria. Le figg. 9-10 rappresentano due registrazioni nel modo indicato: la frequenza ausiliaria è 880; quella da esaminare è 100.000.

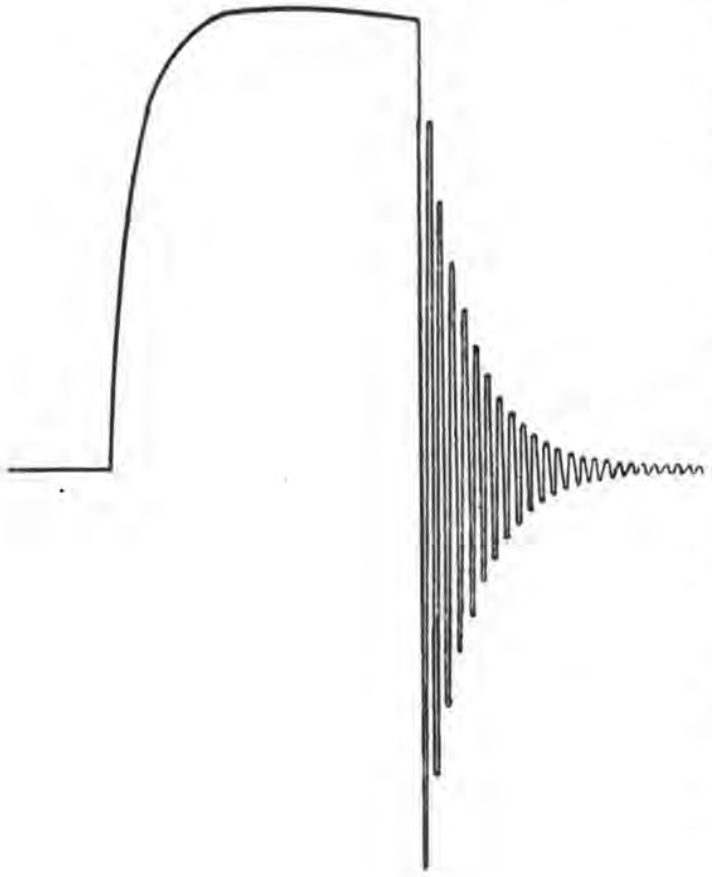


Fig. 8.

Nella figura 9 le oscillazioni della frequenza ausiliaria sono comprese per intero nella pellicola, la registrazione

agli orli non risulta, come si è detto, molto chiara. Nella figura 10 invece le prime oscillazioni sono più ampie della pellicola e le punte della curva sono perdute. La registrazione dell'oscillazione principale è più chiara: però la figura permette solo l'esame dei singoli treni d'onda; non si può da essa ricavare ad es: la frequenza di detti treni.

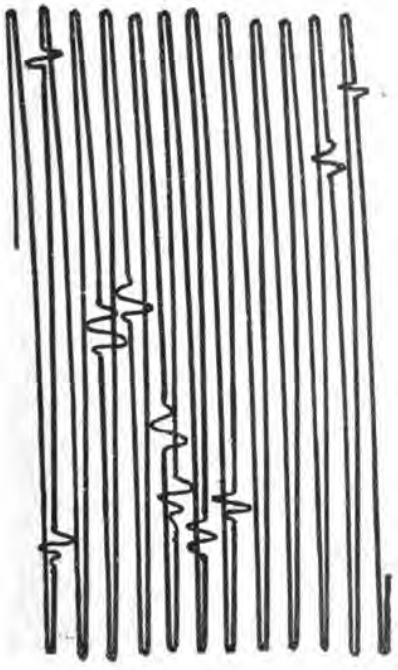


Fig. 9.

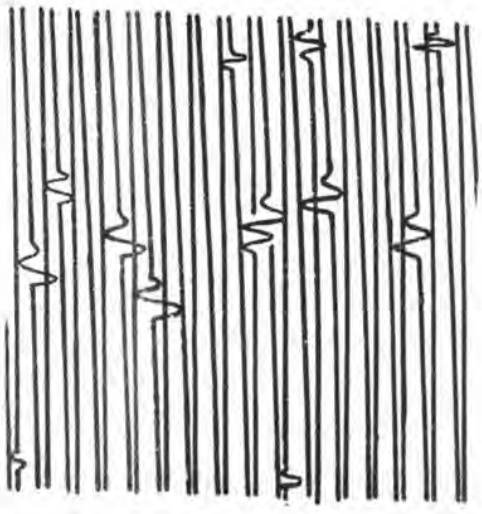


Fig. 10.

Registrazione di alte frequenze.

Per le alte frequenze, si sostituisce il tamburo ruotante porta pellicola con delle lastre fotografiche. E poichè queste sono fisse, così è il fascio catodico che deve compiere tutti i movimenti per la registrazione. Data poi l'alta frequenza non è possibile funzionare con l'interruttore speciale già descritto; ma è necessario ricorrere ad un interruttore sincrono.

Le lastre fotografiche sono contenute in telai riuniti in un castelletto; a mezzo di chiavette dall'esterno della calotta *b* si può comandarne il funzionamento; e cioè coprirle rispetto al fascio catodico; e farle cadere ad una ad una per la registrazione.

Circa gli spostamenti della macchia catodica, se *M* (fig. 11) è il segno del fascio catodico fermo, la linea *A B* rap-

presenta lo spostamento di grande ampiezza della macchia per il campo elettrico Y; quella $C\ D$ lo spostamento normale al precedente e di ampiezza minore, corrispondente al campo Z di maggior frequenza che potrebbe essere il fenomeno da esaminare; quella $E\ F$ lo spostamento di piccolissima ampiezza del fenomeno Z', di frequenza ancora più grande, da esaminare. Affinchè la registrazione sia chiara i tre spostamenti combinati devono percorrere tutta la lastra nella direzione $M'\ M''$, spostamento ottenuto con un altro campo X. Di modo che la combinazione dei due campi $X\ Y$ darà la registrazione a spezzata indicata in f), la combinazione di X, Y e Z darà g), ed il fenomeno Z può essere esaminato, essendo la frequenza Y quella di supporto e la frequenza X quella di distribuzione. E per ultimo la contemporaneità dei quattro campi dà la h) ed è possibile l'esame del fenomeno Z' di frequenza maggiore di quella Z, la quale funziona ora, insieme con quella Y, da supporto.

Il campo X (distribuzione) si ottiene con una corrente continua, che viene interrotta; la sua durata è piccolissima, e tale è dunque la durata di tutta la registrazione. Di conseguenza l'accensione del tubo catodico occorre solo per un tempo minimo; e quindi si può forzare il tubo senza pericolo, dato che occorre avere un fascio intenso, affinchè sia possibile la registrazione. E poichè per l'alimentazione del tubo si ricorre ad un trasformatore, occorre che l'accensione si verifichi nel momento in cui la tensione passa per un massimo; la registrazione deve eseguirsi in quell'istante preciso.

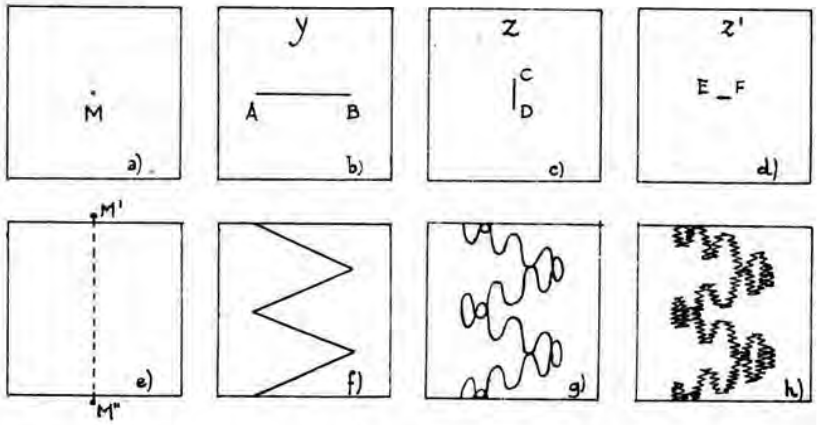


Fig. 11.

L'interruttore sincrono permette di comandare in tal senso la manovra del tubo e la registrazione. Nella figura 12 è dato lo schema dell' interruttore insieme con quello dei circuiti. Il volano a ruota nel senso della freccia, comandato attraverso agli ingranaggi g, f,

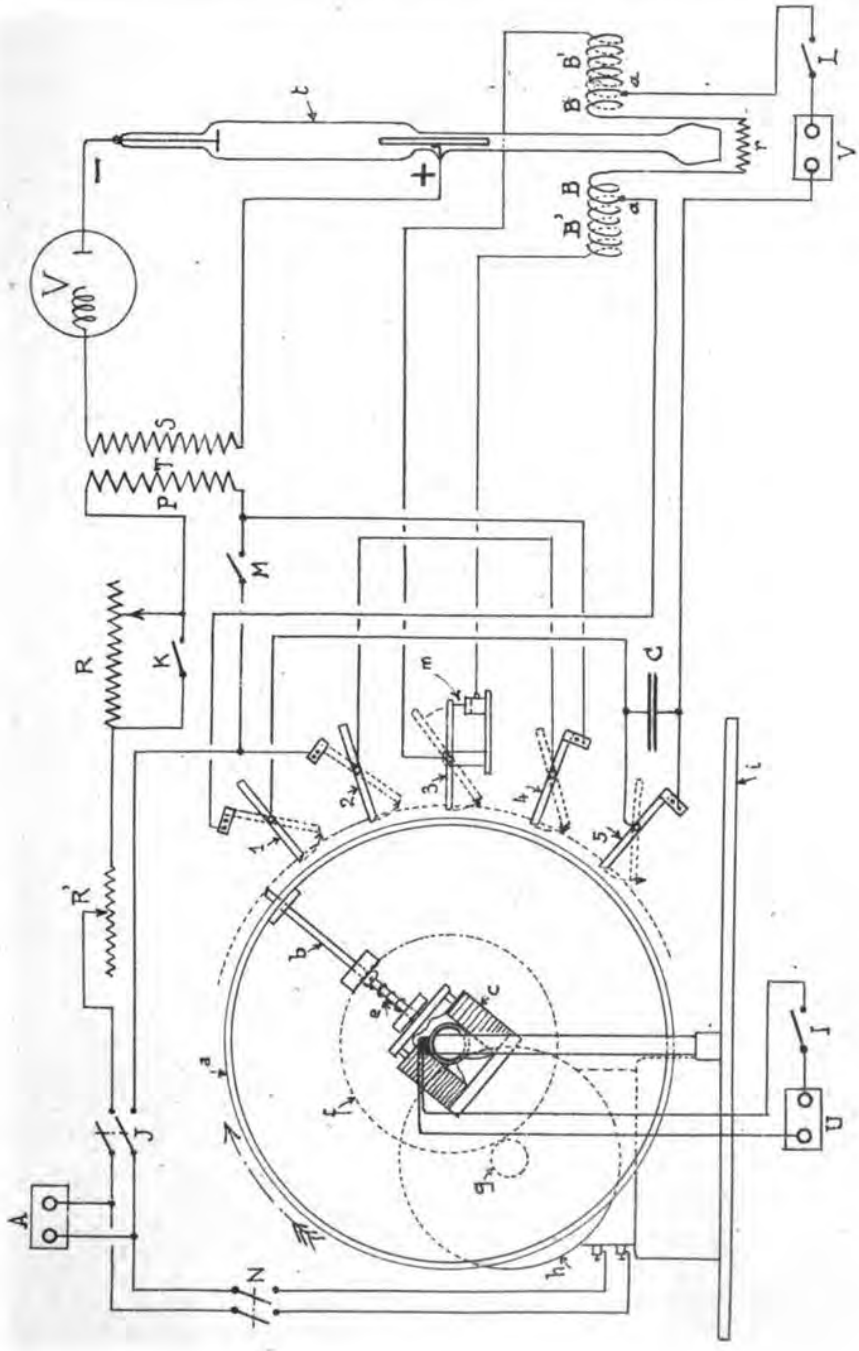


Fig. 12.

da un motore sincrono h, alimentato dalla stessa corrente alternata che, attraverso al trasformatore T, accende il tubo catodico. Una valvola a due elettrodi V, in serie su uno dei rami del secondario del trasformatore, assicura il passaggio di una sola alternanza, quella di senso giusto, per l'alimentazione del tubo.

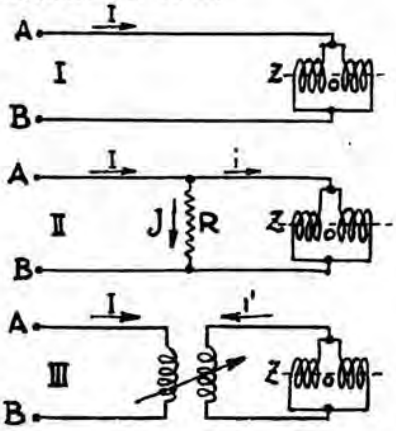


Fig. 13.

Il volano porta nell'interno uno stelo b che può muoversi nel senso radiale, essendo comandato dall'armatura dell'elettrocalamita e che è alimentata dalla corrente continua della batteria U. A contrastare l'effetto dell'attrazione della calamita e per spingere in fuori lo stelo b al cessare dell'azione della corrente, si ha la molla e. La corrente dell'elettrocalamita è comandata con l'interruttore I. Quando lo stelo è ritirato (azione della calamita, e quindi I è chiuso), la sua punta non tocca, durante la rotazione del volano, nessuna delle levette 1, 2, 3, 4, 5, le quali quindi restano nelle posizioni segnate con linea continua. Ma se si apre I, allora la molla e spinge in fuori lo stelo il quale, urtando successivamente alla estremità delle levette, porta queste, una dopo l'altra nelle posizioni segnate in punteggiato.

L'esame dei circuiti permette di vedere il funzionamento delle levette. Il circuito del primario del trasformatore di accensione è alimentato dalla sorgente A (la stessa che alimenta il motore h) e comprende una resistenza R' variabile, in serie, una R variabile, che può mettersi in corto circuito a mezzo di K il primario P del trasformatore, e due levette 4 e 2, di cui la 2 nella posizione iniziale (a tratto continuo) lascia aperto il circuito, mentre la 4 nella posizione iniziale lo chiude (1). Una derivazione con interruttore M permette di far funzionare il trasformatore indipendentemente dall'interruttore sincrono. Nelle posizioni finali (a punti) la levetta 2 chiude e quella 4 apre il circuito.

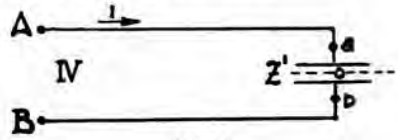


Fig. 14.

Le leve 1 e 5 sono inserite nel circuito del campo X (di distribuzione) alimentato dalla batteria di accumulatori V, e che comprende le sezioni B delle bobine di campo ed una resistenza fissa r. Il condensatore C ha per iscopo

(1) L'interruttore M serve a chiudere il circuito del primario indipendentemente dalle levette 2 e 4; serve per eseguire delle prove senza servirsi dell'interruttore sincrono.

di assorbire l'estracorrente di rottura. All'inizio la leva 1 lascia il circuito aperto, mentre la 5 lo chiude, nella posizione finale la leva 1 è chiusa, ma è aperta quella 5.

La leva 3 comanda l'interruttore a mercurio *m*, ed è inserito sulle sezioni *B'* delle bobine di campo suddette.

Essendo chiusi i circuiti delle bobine *B B'*, si vede che la corrente continua proveniente da *V* percorre in senso opposto le due sezioni *B* e *B'* e le cose sono così disposte che il campo magnetico risultante abbia il senso definito da *B'*.

Così disposte le cose, essendo le levette nelle posizioni a tratto pieno, e chiusi gli interruttori *N, J, L, I*, per far funzionare il sistema, e cioè per produrre l'accensione ed il successivo spegnimento del tubo, basta aprire l'interruttore *I*. Allora, cessata l'azione dell'elettrocalamita, la molla *e* spinge fuori lo stelo *b*, il quale urtando le levette produce i seguenti fatti:

1° - chiude la leva 1: con che è completo il circuito *1 5 V L B r B*. Ma è contemporaneamente chiuso il circuito *3 m B' 1 5 V L B'*, e quindi il campo è quello definito dall'avvolgimento *B'*. E successivamente:

2° - chiude la leva 2 con che si

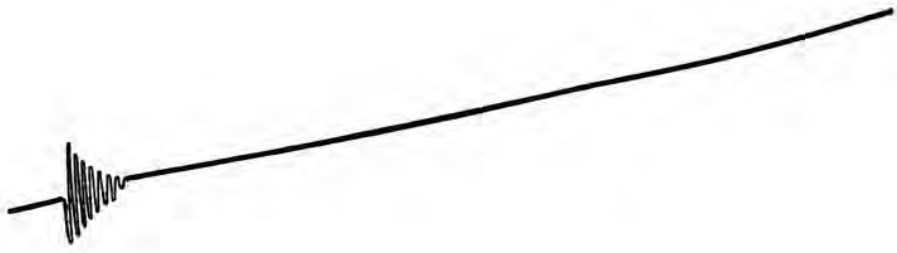


Fig. 15.

completa il circuito *2 4 P R R' J A* e quindi il tubo si accende. Il fascio catodico è sotto l'azione del campo *N*, senso *B'*

3° - apre la leva 3, con che s'interrompe il circuito *3 m B 1 5 V L B'* e quindi il campo *N* che rimane è quello *B*.

4° - apre la leva 4 e cioè interrompe il circuito d'accensione

5° - apre la leva 5 e cioè interrompe il circuito del campo *B*.

Durante l'accensione del tubo, il brusco passaggio del campo X dal valore B' a quello B ha prodotto lo spostamento (distribuzione) della macchia catodica.

Le bobine dei campi Y e Z (non segnate in figura) sono alimentate dalla frequenza di supporto e da esaminare; in particolare la bobina Z sarà bene sia in due sezioni collegate in parallelo, data la frequenza del fenomeno. L'inserzione delle bobine Z nel circuito della corrente da esaminare può essere diretto, oppure per derivazione o per induzione, come da figura 13.

La figura 14 è lo schema di collegamento di condensatore, nel caso di esame di campi elettrostatici, e le figure 15 e 16 danno esempi di registrazioni ottenuti con interruttore sincrono.

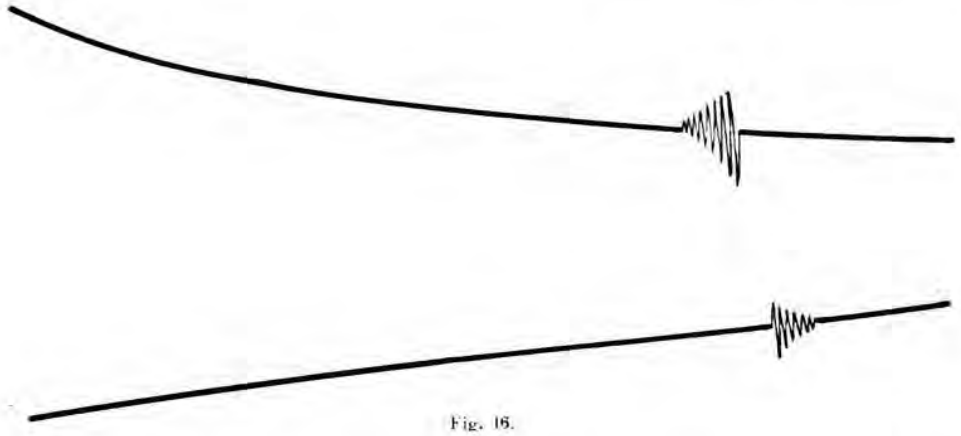


Fig. 16.

ACHILLE CELLONI
Ten. Colonnello del Genio

AUTOSTAZIONE DA Kw. 0,5

ideata e costruita nell'Officina R. T. della Sezione R. T. Speciale per la Cirenaica

Durante il periodo preparatorio della spedizione per l'occupazione militare dell'oasi di Giarabub (autunno 1925 - inverno 1926) da parte delle Truppe Italiane, si pensò che sarebbe stato molto utile avere al seguito della colonna una stazione radiotelegrafica autoportata per poter compiere impianti celeri durante le tappe successive, usufruendo allo scopo di un tipo di stazione di piccola potenza da stabilmente installare su un veicolo e che

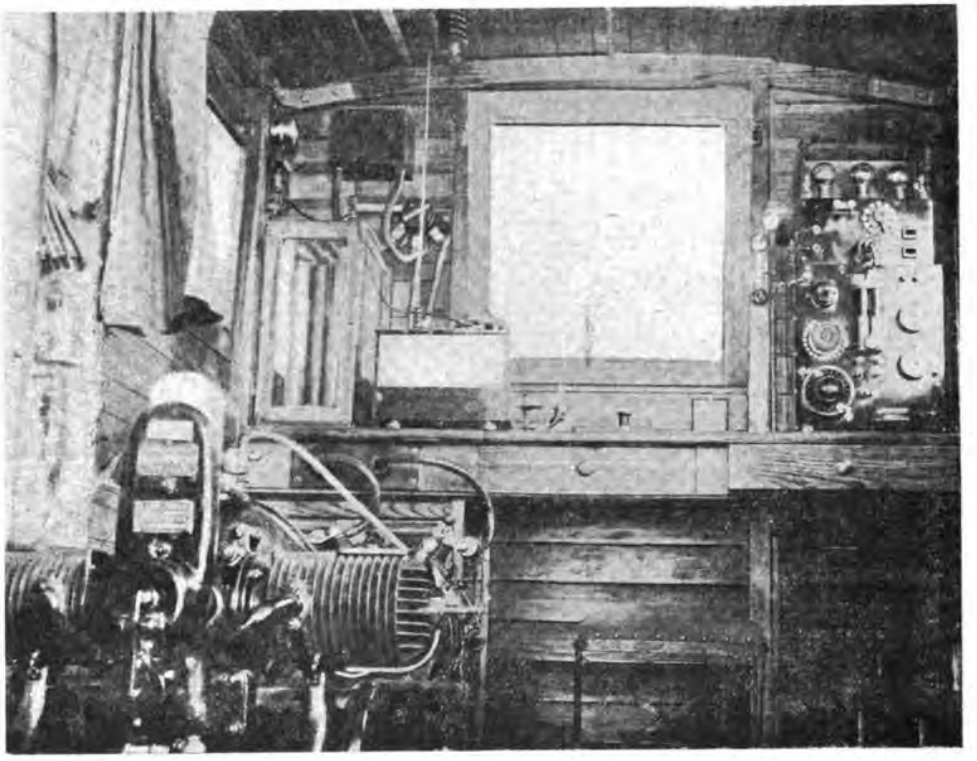
desse perciò garanzia d'impianto veloce e sicuro funzionamento anche su percorsi accidentati.

Poichè la Sezione R. T. della Cirenaica non era dotata di una stazione che soddisfacesse alla bisogna, fu chiesta l'autorizzazione al Governo della Colonia di costruire un tipo di carrozzeria, accuratamente studiato per gli scopi richiesti, da adattarsi su uno chassis di un autocarro Fiat 15 Ter e sul quale installare un complesso da 500 watt a scintilla del tipo regolamentare, modificandolo nel senso migliore suggerito da una lunga esperienza coloniale.

Il Governo accettava urgentemente la proposta, dopo avere esaminati i progetti compilati dalla Sezione R. T. ed i lavori potevano avere inizio nella prima decade del mese di dicembre 1925.



Grazie a leggere modificazioni apportate al complesso trasmittente, l'autostazione dimostrò al collaudo eccellenti qualità costruttive, sia sotto il punto di vista della carrozzeria che della sistemazione delle diverse mac-



chine ed apparati costituenti il complesso. Essa troverà quindi il suo razionale impiego sia al seguito delle colonne celeri Coloniali, sia come riserva immediata nel caso che qualcuna delle numerose stazioni R. T. della Colonia abbia a cadere in avaria.

Le fotografie qui annesse rappresentano il complesso dell'autostazione che à ottenuto largo consenso nella Colonia.

Discussione sullo stato elettrico degli alti strati atmosferici

(dai Proceedings della Royal Society - Vol. III - 4 Marzo 1926)

(Continuazione e fine) (*)

Prof. Appleton. Cercando di ottenere dei dati sullo stato elettrico degli alti strati dell'atmosfera, desumendolo da osservazioni radiotelegrafiche, si è trovato che i risultati ottenuti da trasmissioni a breve distanza sono molto più diretti e di più facile interpretazione di quelli ottenuti da trasmissioni a distanze maggiori. Ciò per due ragioni: in primo luogo, studiando le deviazioni delle onde elettromagnetiche per grandi angoli nella atmosfera, noi siamo in grado di stimare direttamente la concentrazione elettrica negli strati ionizzati. In secondo luogo, nelle trasmissioni a breve distanza vi è quasi sempre un raggio hertziano che si è propagato lungo il suolo ed è pervenuto alla stazione ricevente, il quale, comportandosi come raggio di referenza rende impossibile lo studio dell'ampiezza e della fase delle onde hertziane che arrivano al ricevitore per via atmosferica.

Durante questi ultimi anni, si svilupparono a Cambridge due metodi molto adatti per investigare le proprietà della atmosfera per mezzo di trasmissioni a breve distanza. L'applicazione di questi metodi ci diede una prova sperimentale diretta della esistenza dello strato conduttore ionizzato. Nel primo tipo di esperienze, la lunghezza d'onda del trasmettitore veniva cambiata continuamente entro limiti ristretti, e l'interferenza massima e minima era osservata ad una stazione ricevente a 80 miglia di distanza. Questo esperimento dimostrò che la evanescenza (fading) dei segnali a tale distanza, era dovuta all'interferenza di due o più gruppi di onde che arrivano alla stazione ricevente, e ci diede anche una idea delle differenze di cammino fra esse. Per dimostrare che i raggi interferenti provenivano dagli alti strati dell'atmosfera, furono impiegati dei metodi per investigare le forze elettriche magnetiche nel sistema di onde stazionarie utilizzate nel sistema ricevente. Confrontando le variazioni dei segnali, prodotte contemporaneamente sopra un telaio e sopra una antenna verticale nello stesso luogo, fu possibile misurare l'angolo sotto il quale i raggi discendenti arrivavano al suolo. Dai risultati di tali esperimenti possiamo calcolare, a) l'altezza dello strato ionizzato; b) la intensità relativa dei raggi hertziani propagati attraverso l'atmosfera e attraverso al suolo; c) il « coef-

(*) Vedi N. 3 (Luglio 1926) *Bollettino R. T. del R. Esercito.*

ficiente di riflessione » dello strato ionizzato; d) lo stato di polarizzazione dei raggi atmosferici.

Lo studio delle influenze atmosferiche sulla trasmissione di onde ultra corte, porta alla teoria dei così detti raggi imprigionati e sfuggenti e delle relative lunghezze d'onda. A causa del valore finito del contenuto in elettroni dello strato ionizzato, le lunghezze d'onda inferiori ad un certo valore critico, non vengono rimandate sulla terra, ma sfuggono attraverso alla atmosfera. Inoltre, soltanto certi raggi aventi lunghezza d'onda leggermente superiori ad un certo minimo, vengono rimandati indietro. La teoria di questo fenomeno porta al valore $10^5 \div 10^6$ come numero massimo di elettrone per cm^3 nello strato ionizzato.

I raggi deviati dall'atmosfera furono esaminati e si trovò che erano in genere polarizzati ellitticamente, com'era da aspettarsi secondo la teoria magneto-ionica. Questa teoria dice che l'influenza del campo magnetico terrestre fa si che l'atmosfera si comporti come un cristallo di quarzo, nel quale la rotazione del piano di polarizzazione prende il posto della trasmissione lungo l'asse, e la doppia rifrazione il posto della trasmissione ad angolo retto. L'esame dei valori dell'indice di rifrazione e del coefficiente di assorbimento, mostra, come è da aspettarsi, che l'influenza del campo magnetico è più marcata se il libero percorso medio degli elettroni è grande, in guisa che noi abbiamo con ciò una soddisfacente spiegazione degli errori di direzione che si commettono di notte.

Concludendo, vediamo che i radiofenomeni richiedono l'esistenza di uno strato di ionizzazione, la cui massima concentrazione di elettroni sia di $10^5 \div 10^6$ per cm^3. Lo strato ionizzato devia le onde molto lunghe per riflessione, giacchè il cambiamento di conducibilità è sufficientemente grande nell'intervallo della lunghezza d'onda, e devia le onde brevi per effetto della rifrazione magneto-ionica. In quest'ultimo caso, per spiegarsi la debole attenuazione che si osserva, è necessario ammettere, come per primo Larmor ha fatto, che la frequenza delle onde sia minore della frequenza degli urti tra elettroni e molecole. Le variazioni diurne dei fenomeni radiotelegrafici, sembrano essere tutte spiegabili ammettendo che il limite inferiore dello strato attivo in parola, sia più alto di notte anzichè di giorno e più alto d'inverno che in estate. I risultati più attendibili danno per tali altezze il valore di $50 \div 70$ Km. di giorno, e $80 \div 120$ Km. di notte.

Dr. R. L. Smith - Rose (insieme con R. H. Barfield): Nel numero di marzo dei « Proceedings of the Society » pubblicammo un articolo che descriveva con qualche dettaglio, le ricerche teoriche e sperimentali sulle onde radiotelegrafiche quali si ricevono sulla superficie terrestre. Si dimostrò, in primo luogo, che per le onde le quali arrivano sotto un angolo acuto sulla superficie terrestre, le direzioni delle forze elettriche e magnetiche risultanti dalla combinazione delle onde inci-

denti e riflesse, si scostano dal cammino normale di queste forze qualora si tratti di onde propagantesi orizzontalmente lungo la superficie terrestre. Dagli esperimenti descritti in una precedente pubblicazione, si era trovato che, per lunghezze d'onda superiori a 1000 m. e per effetto della elevata conduttività terrestre, le deviazioni sono così piccole da rendere impossibile il distinguere le onde propagate orizzontalmente da quelle che arrivano propagandosi dall'alto in basso. Ulteriori esperimenti fatti con lunghezze d'onda di circa 400 metri diedero risultati più definitivi e più interessanti. Questi si trovano in una recente pubblicazione, e dimostrano che, al tempo del tramonto e nelle ore della oscurità, alcune delle onde ricevute viaggiano dall'alto in basso come effetto evidente della deviazione subita dagli alti strati atmosferici.

Contemporaneamente a questi esperimenti, venne sviluppato un nuovo metodo per misurare i relativi valori istantanei delle forze elettriche e magnetiche della superficie terrestre. Questo metodo, che è molto simile a quello ora descritto dai Sigg. Appleton e Barnett, ci dà anche una prova diretta dell'esistenza delle onde discendenti. Dagli esperimenti in parola si dedussero vari metodi di misura dell'angolo di incidenza e della relativa intensità di tali onde, ottenendo risultati concordi. In un esempio citato nella detta pubblicazione, l'angolo di incidenza si trovò variare da 13 a 34°, quest'ultimo valore conducendo ad una altezza dello strato riflettente eguale a circa 88 Km. che è in buon accordo con i risultati di altri sperimentatori. L'intensità delle onde discendenti si trovò essere dello stesso ordine di quella dell'onda diretta propagantesi lungo la superficie terrestre e ricevuta simultaneamente.

Ulteriori investigazioni su questo argomento sono da desiderare, poichè porteranno indubbiamente a maggiori conoscenze sulla fisica degli strati dell'alta atmosfera. Per ottenere risultati più decisivi, noi proponiamo di fare degli esperimenti con fasci concentrati di radiazioni, proiettati sotto un angolo ben definito verso l'alta atmosfera, e quindi di localizzare e investigare le onde riflesse, nel loro ritorno, verso la superficie terrestre. Considerazioni pratiche rendono manifesta la necessità che queste ricerche siano eseguite con piccole lunghezze d'onda, come è stato già fatto in alcuni esperimenti preliminari.

Prof. W. H. Eccles. I precedenti oratori avendo dimostrato l'utilità evidente dello strato di Heaviside, io ritengo più opportuno riferirmi ad altri punti di vista della questione e ad altri fatti. In relazione, per es., ai fenomeni radiotelegrafici a breve distanza dalla stazione trasmittente, bisogna tener presente la diminuzione della densità dell'aria con l'aumento delle altezze, la quale fa si che la bassa atmosfera si comporti come un prisma avente la base al suolo, e altri fenomeni della diffrazione. Consideriamo una sorgente dalla quale vengano

emesse contemporaneamente le onde elettriche di 20, 600, e 20000 m. e prendiamo specialmente in esame i raggi emessi orizzontalmente. Ad una distanza di 100 Km. tutte queste onde possono essere rivelate da un ordinario aereo ricevente: al di là di questa distanza, le onde di 20 m. svaniscono, ma le altre rimangono percettibili. Ciò, a mio parere, indica la esistenza della diffrazione delle onde più lunghe, come è comprovato anche dal fatto che un aereo posto su un'alta antenna o su di un colle, può rivelare le onde corte passanti in alto come il fascio di un riflettore. Debbo anche aggiungere che le variazioni di intensità dei segnali a queste brevi distanze, possono essere dovute a variazioni della bassa atmosfera od ai suoi movimenti. (Le ben note oscillazioni verticali dei palloni sonda ad un'altezza di 10 Km. fanno pensare a movimenti dell'aria).

Al di là dei 100 Km. durante il giorno, i segnali di 20 m. sono completamente perduti; gli altri continuano ad essere percettibili. È stato trovato (da Hollingworth) che i segnali con onde lunghe dopo aver diminuito di intensità con la distanza, aumentano fino alla distanza di 400 Km. Qui sembra che l'atmosfera ionizzata aiuti la diffrazione e l'azione prismatica. A 700 Km. i segnali di 20 m. che si erano perduti, riappaiono quantunque il piano tangente condotto all'origine passa a circa 100 Km. al di sopra. Ciò fa pensare che il raggio orizzontale, dalla sua sorgente in poi, abbia seguito una traiettoria alta solo 30 Km. al suo vertice ed ora sfiori la terra di nuovo. Raggi partenti sotto un certo angolo dalla sorgente, dovrebbero, secondo quanto si è detto, discendere a terra ad una maggiore distanza e forse sfiorare il terreno.

Queste considerazioni fanno che io sia poco convinto dell'uso che il Prof. Appleton fa del comportamento delle onde brevi per dedurre la massima densità elettronica in uno strato di Heaviside nettamente definito situato a circa 100 Km. di altezza. La spiegazione data mercè l'intervento di traiettorie che non si intersecano e che gradualmente si riflettono a differenti altezze, richiede un valore considerevole nello spessore dello strato di Heaviside. Essa è forse in disaccordo con la recente revisione, da parte di Sir. Joseph Larmor, di una vecchia teoria, nella quale si mette in dubbio la deviazione ionica nella bassa atmosfera.

Le precedenti osservazioni si riferiscono alla propagazione durante il giorno. Di notte, le onde di 20 metri formano una specie di salto forse per 4000 miglia, e sono percepite a tutte le distanze al di là di questa. Le onde di 600 m. sono percepite a tutte le distanze fino a 5000 miglia e quelle di 20.000 m., dovunque. Molto utili sono le misure relative alle onde di lunghezza media per mostrare che nelle grandi oscillazioni di intensità al di là di 2000 miglia, il massimo può superare il valore del campo calcolato per un terreno pianeggiante, perfettamente conduttivo e con un'atmosfera non assorbente. Questa sembra una delle migliori prove dell'esistenza dello

strato di Heaviside, perchè altrimenti noi dovremmo ritenere piana la superficie terrestre.

Dr. M. B. Dobson. Le prove ottenute con la radiotelegrafia indicano che l'alta atmosfera, ad una altezza 50 ÷ 80 Km., è considerevolmente ionizzata e può contenere un discreto numero di elettroni liberi. Ora noi vedremo che vi è un argomento di natura assolutamente diversa che è in favore di questo modo di vedere.

Un grande numero di meteore furono studiate dal Sig. Denning e dai suoi colleghi; se si esamina la frequenza con la quale le meteore appaiono ad una certa altezza, si nota che esse appariscono sui 110 Km. di altezza e che il loro numero descresce regolarmente sopra e sotto questo livello. Se, comunque, si fa un grafico delle altezze dove scompaiono, si trova che il principale massimo si ha sugli 80 Km. e un secondo massimo si ha anche sui 45 Km. con una zona tra i 50 e i 60 Km. dove ben poche meteore scompaiono. Tutte le meteore di cui sopra, hanno carattere simile tra loro e non è provato che ai due massimi corrispondano due tipi di meteore diverse.

L'unica ipotesi che sembra spiegare questo tipo di curva di frequenza è che l'atmosfera sia di differente struttura al disopra e al disotto di 60 Km. Da altre considerazioni sull'osservazione delle meteore, si sa che mentre l'aria sui 50 Km. ha una temperatura di 220° assoluti, quelli sopra i 60 Km. ha una temperatura più elevata. Il minimo di frequenza osservata può essere spiegato con questo cambiamento di temperatura.

Noi sappiamo che l'ozono si forma dall'ossigene per azione dei raggi ultravioletti, aventi lunghezza minore di 1800 unità Angstrom, cosicchè sarebbe da aspettarsi che esso fosse formato negli strati superiori dell'atmosfera per azione dei raggi solari. Dato il rapido assorbimento di queste brevi onde, è probabile che l'ozono si formi principalmente all'altezza di circa 50 Km.

Il Prof. Lindemann ha fatto osservare che mentre gli altri costituenti l'atmosfera sono pressochè trasparenti alle lunghezze d'onda emesse dal sole, ed hanno zone di assorbimento soltanto nell'infrarosso, viceversa l'ozono ha delle zone di assorbimento sia nella regione visibile come in quella ultra violetta dello spettro. Così è da ritenere che gli strati più alti dell'atmosfera dove l'ozono è presente, siano a temperatura maggiore di quelli che stanno più in basso, come è stato indicato dalle osservazioni delle meteore.

Oltre a formare l'ozono, i raggi ultra violetti del sole ionizzano l'aria e producono, verosimilmente, lo strato conduttore indicato dalle osservazioni radiotelegrafiche.

Infine il Dr. Chree ha mostrato che i giorni nei quali si ha molto ozono nella atmosfera si hanno pure notevoli fenomeni magnetici, dovuti forse all'aumento della ionizzazione. Alcune misure sull'ammontare dell'ozono, da farsi, tra breve, nel Chile dove i risul-

tati non sono disturbati da cambiamenti connessi con variazioni di pressione barometrica, forniranno interessanti paragoni coi dati magnetici.

Dr. G. C. Simpson. Il nostro paese ha ragione di essere orgoglioso del lavoro che si sta svolgendo, poichè di capitale importanza per le nostre conoscenze sull'alta atmosfera. Non v'ha dubbio che l'Inghilterra abbia ora il primato nel mondo in questo ramo di dottrine e di ricerche. Saremmo stati ben lieti se il Sig. Arturo Schuster fosse qui presente per constatare i recenti sviluppi dell'opera da lui iniziata molti anni sono.

Prof. F. A. Lindemann. Mi ha molto interessato la opinione del Prof. C. T. R. Wilson secondo il quale delle tensioni di 1000 milioni di volta possono essere ottenute dalle scariche fulminee. Se questa ardita affermazione si potesse dimostrare e fosse facilmente suscettibile di controllo, si introdurrebbe nelle speculazioni geofisiche un nuovo e potente fattore. D'altronde io posso a stento credere che la ionizzazione degli strati superiori dell'atmosfera possa render conto di quanto sopra. Se la maggior parte della corrente che il Prof. Wilson attribuisce alle scariche temporalesche dovesse apparire sotto forma di elettroni in moto, questi dovrebbero, se molto efficienti, produrre un numero abbastanza grande di ioni; ma sembra inconcepibile che tale produzione avvenga al di là di una certa altezza, come è necessario per spiegare i radiofenomeni.

Il problema principale, quello cioè di spiegare la produzione della ionizzazione richiesta, rimane insoluto. Di giorno il problema è abbastanza semplice giacchè la ionizzazione in parola può essere attribuita alla azione solare; ma questa spiegazione non vale di notte. Attribuire questi fenomeni ad azioni elettriche, come avviene per le aurore polari, sembra illusorio poichè queste avvengono in zone molto alte e sono troppo erratiche per render conto di un fenomeno così regolare quale è quello dello strato di Heaviside. Gli ioni determinati dalla luce solare potrebbero esistere in numero appena sufficiente ad altezze così basse alle quali sarebbe necessario esistessero. L'unica ipotesi che a me non sembra impossibile è quella che mi fu comunicata dal Sig. Atkinson. Essa parte dal principio che la persistenza della ionizzazione durante la notte, sarebbe spiegata qualora l'ozono prodotto dalle radiazioni solari si scomponesse in ioni. In questo caso la ionizzazione durerebbe finchè vi fosse ozono da scomporre. Lo strato di Heaviside gradualmente salirebbe in alto con la notte poichè le ricombinazioni avrebbero luogo più rapidamente ad alte pressioni. Infine se il Dr. Dobson ed io fossimo nel vero, ritenendo che vi sia un subitaneo aumento di temperatura fra i 50 ed i 60 Km. sarebbe naturale che vi fosse ionizzazione principalmente al di là di questa altezza. La rapidità di decom-

posizione dell'ozono sarebbe trascurabile nella regione fredda a 220° gradi ass. tra 11 e 50 Km., ma sarebbe considerevolmente maggiore alla temperatura di circa 300° la quale noi crediamo si abbia oltre i 60 Km. Tale ipotesi naturalmente si collega con l'altra che l'ozono si scinda in ioni; esperimenti accurati dovrebbero esser fatti a tale riguardo.

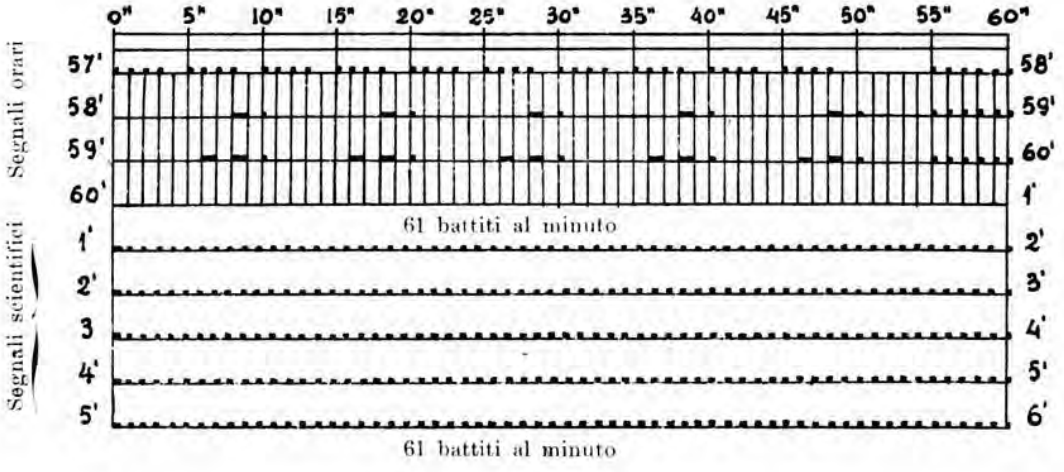
FINE.

SEGNALI ORARI E SCIENTIFICI

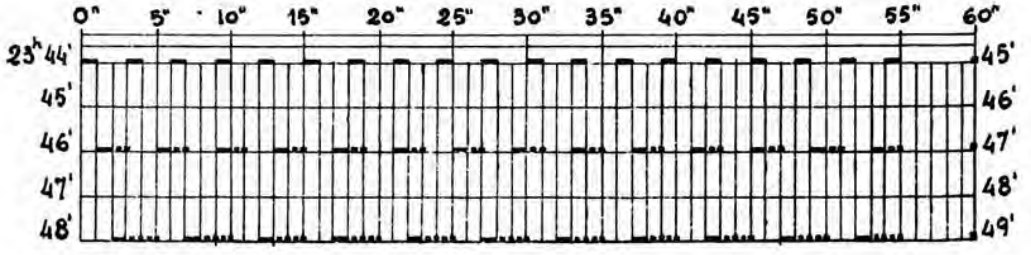
Diamo qui di seguito i segnali orari e scientifici come sono attualmente trasmessi

Segnali automatici internazionali delle ore 8.57' e ore 20.57' (T. M. E. C.)

(onde persistenti 32 e 18900 m.).



Segnali semiautomatici della Torre Eifel - ore 23h 44' (T. M. E. C.) (onda 2650 smorz.).



N. B. — Gli stessi segnali delle ore 8.57' e delle ore 20.57 sono, fino a nuovo ordine, emessi anche alle ore 10,27' dalla Torre Eifel con onda 2650 smorzata.

Anno VI° - N. 2. Giugno 1927- V. (N. 15 della Raccolta).

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

SERVIZIO RADIOTELEGRAFICO MILITARE

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

SOTTO LA DIREZIONE DEL

Prof. G. VANNI

DIRETTORE DELL'ISTITUTO RADIOTELEGRAFICO ED ELETTROTECNICO

del Genio Militare

ABBONAMENTO.

ANNUO (4 numeri) . . . . . L. 12
UN NUMERO SEPARATO „ 4

Inviare l'importo a mezzo vaglia alla Direzione della Officina R. T. ed E. del Genio Militare, Viale Angelico 19.
ROMA

Roma, Tipo-Lit. Off. R.T. ed E. del Genio Mil.
N. 11 - 1927-V.

Anno VI° - N. 2. **Giugno 1927-V.** N. 15 della Raccolta.

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

SERVIZIO RADIOTELEGRAFICO MILITARE

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

SOTTO LA DIREZIONE DEL

Prof. G. VANNI

DIRETTORE DELL'ISTITUTO RADIOTELEGRAFICO ED ELETTROTECNICO

del Genio Militare



SOMMARIO.

Capitano Mario Tanferna — Catalalogo delle onde.

Tipo-Litografia
dell'Off. R. T. ed E. del Genio Milit.
N. 11 - ROMA 1927-V.

Anno VI. - N. 2. Giugno 1927. N. 15 della Raccolta

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

DIRETTO DAL PROF. G. VANNI

Direttore dell'Istituto centrale di Radiotelegrafia ed Elettrotecnica del Genio Militare

CATALOGO DELLE ONDE

PREMESSA.

Il continuo e celerissimo progredire della Radiotecnica ne rende sempre più esteso il calcolo e sempre più frequente l'impiego in esso delle grandezze frequenza, lunghezza d'onda, periodo e pulsazione.

Allo scopo di abbreviare i calcoli di relazione tra tali grandezze ho creduto opportuno per comodità mia compilare una volta tanto delle tabelle di calcoli risolti. Assicurandomi poi della reale utilità di esse ho dato loro maggiore e più razionale sviluppo e mi sono indotto a pubblicarle in questo Bollettino dedicato ai Radiotecnici Militari.

Le tabelle non hanno bisogno di spiegazioni per l'uso. In un primo tempo la prima colonna conteneva solo le frequenze di miriaciclo in miriaciclo da 1 a 1000 e le altre colonne le onde, i periodi e le pulsazioni corrispondenti. A questa prima tabella è stata soprapposta un'altra (stampata in rosso) la quale dà le frequenze, i periodi, le pulsazioni in funzione della lunghezza d'onda. La tabella più razionale è evidentemente quella in funzione della frequenza; ad ogni modo l'altra rappresenta un utile complemento ed arricchisce la prima di molti valori intermedi. Nella tabella rossa sono stati fissati gl'intervalli tra onda e onda segnati sulla tabella seguente.

Il nome dato alla compilazione è abbastanza proprio, ma mi è stato suggerito sopratutto dalla speranza che essa possa costituire un anticipo di quello che sarà il vero Catalogo delle onde standards quando e la divulgazione dell'unità Chilociclo e l'esatta taratura delle onde irradiate renderanno necessario e comune un qualcosa di simile.

Per le onde		Differenza di lunghezza in m. tra due onde di due righe rosse successive.
da metri	a metri	
30000	*10000*	*5000*
10000	*3000*	*1000*
3000	*2000*	*500*
2000	*1000*	*100*
1000	*750*	*50*
750	*500*	*25*
500	*300*	*10*
300	*200*	*5*
200	*150*	*2*
150	*100*	*1*
100	*50*	*0,5*
50	*30*	*0,10*

Per quanto mi sembri abbastanza estesa la gamma delle onde elencate, è facile servirsi del catalogo anche per onde più lunghe o più corte di quelle segnate. Il valore adottato per la velocità della luce è quello $2{,}9982{,}10^{10}$ *cm/sec. il quale generalmente oggi è ritenuto il più esatto.*

L'esattezza è quella data da cinque cifre significative, la compilazione consta di 7360 numeri.

Debbo ringraziare particolarmente il Sig. Fernando Pouget, Sottotenente di Complemento al 1° Reggimento Radiotelegrafisti che durante una sua licenza ha con grande cura compiuto molta parte degli sviluppi e delle trascrizioni.

Sarò molto grato a coloro, che, riscontrando sull'impiego di queste tabelle qualche errore di calcolo, vorranno cortesemente segnalarlo a questa Direzione.

Capitano MARIO TANFERNA

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
0,9994	30000,0	10006,00	62794	39431×10^5
1,0000	29982,0	10000,00	62832	39478×10^5
1,1993	25000,0	8338,40	75353	56781×10^5
1,4991	20000,0	6670,70	94191	88720×10^5
1,9988	15000,0	5003,00	125590	15772×10^6
2,0000	14974,0	5000,00	125760	15791×10^6
2,9982	10000,0	3335,30	188380	35488×10^6
3,0000	9994,0	3333,30	188500	35531×10^6
3,3313	9000,0	3001,80	209310	43812×10^6
3,7474	8000,0	2668,30	235480	55450×10^6
4,0000	7495,5	2498,90	251330	63163×10^6
4,2831	7000,0	2334,70	269120	72424×10^6
4,9970	6000,0	2001,20	313970	98577×10^6
5,0000	5996,4	2000,00	314160	98696×10^6
5,9964	5000,0	1667,60	376760	14195×10^7
6,0000	4997,0	1666,60	376990	14212×10^7
7,0000	4283,2	1428,60	439720	19344×10^7
8,0000	3746,1	1250,00	502660	25266×10^7
9,0000	3331,3	1111,10	565490	31977×10^7
9,9940	3000,0	1000,60	627490	39431×10^7
10,0000	2998,2	1000,00	628320	39478×10^7
11,0000	2725,6	909,09	691150	47769×10^7
11,9930	2500,0	833,84	753530	56781×10^7
12,0000	2498,5	833,33	753980	56849×10^7
13,0000	2306,3	769,23	816810	67718×10^7
14,0000	2141,6	714,29	879650	77200×10^7
14,9910	2000,0	667,07	941910	88720×10^7
15,0000	1998,8	666,66	942480	88826×10^7
15,7800	1900,0	633,71	991490	98305×10^7
16,0000	1873,9	625,00	1005300	10106×10^8
16,6570	1800,0	600,36	1046500	10953×10^8
17,0000	1763,6	588,24	1068100	11410×10^8

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
17,6360	1700,00	567,00	1108100	12565×10^8
18,0000	1665,70	555,55	1131000	12791×10^8
18,7390	1600,00	533,65	1177400	13863×10^8
19,0000	1578,00	526,32	1193800	14252×10^8
19,9880	1500,00	500,30	1255900	15773×10^8
20,0000	1497,40	500,00	1257600	15792×10^8
21,0000	1427,70	476,19	1319500	17410×10^8
21,4150	1400,00	466,94	1345600	18106×10^8
22,0000	1362,80	454,55	1382300	19107×10^8
23,0000	1303,60	434,79	1445100	20884×10^8
23,0630	1300,00	433,60	1449100	20999×10^8
24,0000	1249,20	425,39	1508000	22739×10^8
24,9850	1200,00	400,28	1569800	24644×10^8
25,0000	1199,30	400,00	1571800	24674×10^8
26,0000	1153,20	384,62	1634600	26687×10^8
27,0000	1110,50	370,37	1696500	28780×10^8
27,2560	1100,00	366,89	1712500	29329×10^8
28,0000	1070,80	357,14	1759300	30951×10^8
29,0000	1033,90	344,83	1822100	33201×10^8
29,9680	1000,00	333,54	1883800	34680×10^8
30,0000	9994,00	333,33	1885000	35531×10^8
31,0000	967,16	322,58	1947800	37949×10^8
31,5600	950,00	316,86	1983000	39322×10^8
32,0000	936,94	312,50	2010600	40426×10^8
33,0000	908,55	303,03	2073400	42992×10^8
33,3130	900,00	300,18	2093100	43812×10^8
34,0000	881,82	294,12	2136300	45638×10^8
35,0000	856,63	285,71	2199100	48361×10^8
35,2730	850,00	283,43	2216300	49121×10^8
36,0000	832,83	277,77	2262000	51164×10^8
37,0000	810,33	270,27	2324800	54046×10^8
37,4770	800,00	266,89	2354800	55450×10^8

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
38,0000	**789,87**	**263,15**	**2387600**	**57007×10⁸**
39,0000	**768,77**	**256,41**	**2450400**	**60047×10⁸**
39,9760	750,00	250,15	2511700	63089×10⁸
40,0000	**749,55**	**250,00**	**2513300**	**63166×10⁸**
41,0000	**731,15**	**243,90**	**2576100**	**66363×10⁸**
41,3540	725,00	241,81	2598400	67515×10⁸
42,0000	**713,86**	**238,10**	**2638900**	**69640×10⁸**
42,8310	700,00	233,47	2691200	72423×10⁸
43,0000	**697,26**	**232,56**	**2701800**	**72995×10⁸**
44,0000	**681,41**	**227,27**	**2764600**	**76430×10⁸**
44,4180	675,00	225,13	2790800	77873×10⁸
45,0000	**666,27**	**222,22**	**2828100**	**79944×10⁸**
46,0000	**651,78**	**217,39**	**2890300**	**83536×10⁸**
46,1260	650,00	216,80	2898200	83995×10⁸
47,0000	**637,91**	**212,77**	**2953100**	**87208×10⁸**
47,9710	625,00	208,46	3014100	90849×10⁸
48,0000	**624,62**	**208,33**	**3015900**	**90958×10⁸**
49,0000	**611,88**	**204,08**	**3078800**	**94788×10⁸**
49,9700	600,00	200,44	3139700	98577×10⁸
50,0000	**599,64**	**200,00**	**3141600**	**98696×10⁸**
51,0000	**587,88**	**196,08**	**3204400**	**10268×10⁹**
52,0000	**576,57**	**192,30**	**3267300**	**10675×10⁹**
52,1430	575,00	191,78	3276200	10733×10⁹
53,0000	**565,70**	**188,68**	**3330100**	**11089×10⁹**
54,0000	**555,22**	**185,19**	**3392900**	**11512×10⁹**
54,5130	550,00	183,44	3425100	11731×10⁹
55,0000	**545,13**	**181,82**	**3455800**	**11942×10⁹**
56,0000	**535,39**	**178,57**	**3518600**	**12380×10⁹**
57,0000	**526,00**	**175,44**	**3581400**	12826×10⁹
57,1080	525,00	175,11	3588200	
58,0000	**516,93**	**172,41**	**3644200**	13280×10⁹
59,0000	**508,17**	**169,59**	**3707100**	**13752×10⁹**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
59,9640	500,00	166,75	3767600	14195×10^9
60,0000	499,70	166,66	3769900	14212×10^9
61,0000	491,56	163,94	3832700	14690×10^9
61,1880	490,00	163,42	3844500	14780×10^9
62,0000	483,58	161,29	3895700	15185×10^9
62,4620	480,00	160,10	3924600	15403×10^9
63,0000	475,90	158,73	3958400	15679×10^9
63,7910	470,00	156,76	4008100	16043×10^9
64,0000	468,47	156,25	4021200	16170×10^9
65,0000	461,26	153,95	4084100	16680×10^9
65,1780	460,00	153,42	4095300	16771×10^9
66,0000	454,27	151,51	4146900	17197×10^9
66,6110	450,00	150,12	4186300	17525×10^9
67,0000	447,49	149,25	4209700	17722×10^9
68,0000	440,91	147,06	4272500	18255×10^9
68,1410	440,00	146,75	4281400	18330×10^9
69,0000	434,52	144,93	4336400	18806×10^9
69,7250	430,00	143,48	4381000	19193×10^9
70,0000	428,31	142,86	4398200	19344×10^9
71,0000	422,28	140,85	4461000	19901×10^9
71,3860	420,00	140,08	4485300	20118×10^9
72,0000	416,42	138,89	4523900	20476×10^9
73,0000	410,71	136,99	4586700	21048×10^9
73,1270	410,00	136,75	4594700	21117×10^9
74,0000	405,16	135,13	4649500	21618×10^9
74,9550	400,00	133,41	4709500	22180×10^9
75,0000	399,76	133,33	4712400	22207×10^9
76,0000	394,50	131,68	4775200	22803×10^9
76,6670	390,00	130,11	4830300	23332×10^9
77,0000	389,38	129,87	4838100	23407×10^9
78,0000	384,38	128,22	4900900	24018×10^9
78,9000	380,00	126,74	4957400	24561×10^9

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-6} sec.	ω	ω^2
79,0000	379,52	126,580	4963700	24638×10^9
80,0000	374,60	125,000	5026600	25266×10^9
81,0000	370,15	123,450	5089400	25902×10^9
81,0320	370,00	123,410	5091400	25922×10^9
82,0000	365,63	121,950	5152200	26545×10^9
83,0000	361,23	120,480	5217400	27222×10^9
83,2830	360,00	120,070	5232800	27382×10^9
84,0000	356,93	119,070	5277900	27856×10^9
85,0000	352,73	117,650	5340700	28523×10^9
85,6630	350,00	116,730	5382300	28970×10^9
86,0000	348,63	116,280	5403500	29198×10^9
87,0000	344,62	114,940	5466400	29881×10^9
88,0000	340,70	113,640	5529200	30572×10^9
88,1820	340,00	113,400	5540700	30699×10^9
89,0000	336,88	112,360	5592200	31271×10^9
90,0000	333,13	111,110	5654900	31977×10^9
90,8550	330,00	110,060	5708600	32588×10^9
91,0000	329,47	109,890	5717700	32692×10^9
92,0000	325,89	108,700	5780500	33338×10^9
93,0000	322,39	107,280	5843400	34145×10^9
93,6290	320,00	106,730	5859900	34354×10^9
94,0000	318,99	106,380	5906200	34883×10^9
95,0000	315,64	105,240	5969000	35629×10^9
96,0000	312,31	104,160	6031900	36383×10^9
96,7160	310,00	103,990	6076800	36928×10^9
97,0000	309,19	103,190	6094700	37145×10^9
98,0000	305,98	102,040	6157500	37915×10^9
99,0000	302,85	101,010	6220300	38693×10^9
99,9400	300,00	100,060	6279400	39431×10^9
100,0000	299,82	100,000	6283200	39478×10^9
101,0000	296,85	99,008	6331400	40282×10^9
101,7600	295,00	98,271	6393700	40879×10^9

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
102,0000	**293,94**	**98,039**	**6408900**	**41073×10⁹**
103,0000	**291,19**	**97,008**	**6472700**	**41883×10⁹**
103,3800	290,00	96,725	6495900	42197×10⁹
104,0000	**288,39**	**96,154**	**6534500**	**42700×10⁹**
105,0000	**285,54**	**95,238**	**6597300**	**43525×10⁹**
105,2000	285,00	95,057	6609900	43691×10⁹
106,0000	**282,85**	**94,340**	**6660200**	**44358×10⁹**
107,0000	**280,21**	**93,458**	**6723000**	**45199×10⁹**
107,0800	280,00	93,389	6727900	45265×10⁹
108,0000	**277,61**	**92,593**	**6785800**	**46048×10⁹**
109,0000	**275,06**	**91,743**	**6848700**	**46904×10⁹**
109,0300	275,00	91,721	6850300	46426×10⁹
110,0000	**272,56**	**90,909**	**6911500**	**47769×10⁹**
111,0000	**270,11**	**90,090**	**6974300**	**48651×10⁹**
111,0400	270,00	90,054	6977100	48680×10⁹
112,0000	**267,70**	**89,286**	**7037200**	**49522×10⁹**
113,0000	**265,33**	**88,496**	**7100000**	**50410×10⁹**
113,1400	265,00	88,386	7108800	50535×10⁹
114,0000	**263,06**	**87,720**	**7162800**	**51306×10⁹**
115,0000	**260.71**	**86,957**	**7225700**	**52210×10⁹**
115,3100	260,00	86,718	7245500	52497×10⁹
116,0000	**258,46**	**86,207**	**7288500**	**53122×10⁹**
117,0000	**256,26**	**85,470**	**7351300**	**54042×10⁹**
117,5800	255,00	85,051	7387600	54576×10⁹
118,0000	**253,97**	**84,746**	**7414200**	**54970×10⁹**
119,0000	**251,95**	**84.034**	**7477000**	**55905×10⁹**
119,9300	250,00	83,383	7535300	56781×10⁹
120,0000	**249,85**	**83,333**	**7539800**	**56849×10⁹**
121,0000	**247,78**	**82,645**	**7602600**	**57801×10⁹**
122,0000	**245,85**	**81,967**	**7665500**	**58759×10⁹**
122,3700	245,00	81,715	7689100	59122×10⁹
123,0000	**243,76**	**81.301**	**7728300**	**59727×10⁹**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
124,0000	241,79	80,645	**77913000**	**60705×10⁹**
124,9200	240,00	80,048	78493000	61611×10⁹
125,0000	239,86	80,000	**78540000**	**61685×10⁹**
126,0000	237,95	79,365	**79186000**	**62676×10⁹**
127,0000	236,08	78,740	**79796000**	**63675×10⁹**
127,5800	235,00	78,380	80163000	64261×10⁹
128,0000	234,23	78,125	**80425000**	**64682×10⁹**
129,0000	232,42	77,520	**81053000**	**65696×10⁹**
130,0000	230,63	76,923	**81681000**	**66719×10⁹**
130,0300	230,00	76,712	81950500	67085×10⁹
131,0000	228,87	76,336	**82310000**	**67749×10⁹**
132,0000	227,14	75,757	**82938000**	**68787×10⁹**
133,0000	225,43	75,188	**83577000**	**69833×10⁹**
133,1900	225,00	75,079	83725000	70100×10⁹
134,0000	223,75	74,627	**84195000**	**70887×10⁹**
135,0000	222,14	74,074	**84823000**	**71959×10⁹**
136,0000	220,46	73,530	**85451000**	**73019×10⁹**
136,2800	220,00	73,377	85628000	73322×10⁹
137,0000	218,85	72,993	**86080000**	**74097×10⁹**
138,0000	217,26	72,464	**86708000**	**75183×10⁹**
139,0000	215,70	71,943	**87336000**	**76276×10⁹**
139,4500	215,00	71,710	87620000	76772×10⁹
140,0000	214,16	71,429	**87965000**	**77378×10⁹**
141,0000	212,64	70,922	**88593000**	**78487×10⁹**
142,0000	211,14	70,423	**89221000**	**79604×10⁹**
142,7700	210,00	70,042	89706000	80472×10⁹
143,0000	209,66	69,930	**89850000**	**80730×10⁹**
144,0000	208,21	69,444	**90478000**	**81862×10⁹**
145,0000	206,78	68,966	**91106000**	**83004×10⁹**
146,0000	205,36	68,493	**91734000**	**84152×10⁹**
146,2500	205,00	68,374	91896000	84490×10⁹
147,0000	203,96	68,027	**92363000**	**85309×10⁹**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	$\omega\beta^2$
148,0000	**202,58**	**67,567**	**9299100**	**86473×10⁹**
149,0000	**201,22**	**67,114**	**9362000**	**87646×10⁹**
149,9100	200,00	66,707	9419100	88720×10⁹
150,0000	**199,88**	**66,666**	**9424800**	**88826×10⁹**
151,0000	**198,56**	**66,235**	**9487600**	**90014×10⁹**
151,4200	198,00	66,040	9514300	90521×10⁹
152,0000	**197,25**	**65,790**	**9550400**	**91211×10⁹**
152,9700	196,00	65,372	9611300	92358×10⁹
153,0000	**195,96**	**65,361**	**9613200**	**92415×10⁹**
154,0000	**194,69**	**64,935**	**9676100**	**93627×10⁹**
154,5500	194,00	64,705	9710400	94293×10⁹
155,0000	**193,43**	**64,516**	**9738900**	**94857×10⁹**
156,0000	**192,19**	**64,103**	**9801800**	**96075×10⁹**
156,1600	192,00	64,038	9811600	96267×10⁹
157,0000	**190,97**	**63,694**	**9864600**	**97310×10⁹**
157,8000	190,00	63,371	9914900	98305×10⁹
158,0000	**189,76**	**63,291**	**9927400**	**98554×10⁹**
159,0000	**188,57**	**62,893**	**9990300**	**99805×10⁹**
159,4800	188,00	62,704	10020000	10041×10¹⁰
160,0000	**187,39**	**62,500**	**10053000**	**10106×10¹⁰**
161,0000	**186,25**	**62,112**	**10126000**	**10243×10¹⁰**
161,1900	186,00	62,037	10128000	10258×10¹⁰
162,0000	**185,07**	**61,728**	**10179000**	**10361×10¹⁰**
162,9500	184,00	61,370	10238000	10482×10¹⁰
163,0000	**183,94**	**61,350**	**10242000**	10489×10¹⁰
164,0000	**182,92**	**60,976**	**10315000**	**10628×10¹⁰**
164,7300	182,00	60,703	10350000	10714×10¹⁰
165,0000	**181,71**	**60,606**	**10367000**	**10748×10¹⁰**
166,0000	**180,61**	**60,241**	**10430000**	**10879×10¹⁰**
166,5600	180,00	60,036	10466000	10953×10¹⁰
167,0000	**179,53**	**59,880**	**10493000**	**11010×10¹⁰**
168,0000	**178,46**	**59,524**	**10556000**	**11142×10¹⁰**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
168,4400	178,00	59,369	10583000	11201×10^{10}
169,0000	**177,41**	**59,172**	**10629000**	**11285×10^{10}**
170,0000	**176,36**	**58,824**	**10681000**	**11419×10^{10}**
170,3500	176,00	58,702	10703000	11456×10^{10}
171,0000	**175,33**	**58,480**	**10744000**	**11544×10^{10}**
172,0000	**174,31**	**58,140**	**10807000**	**11679×10^{10}**
172,3100	174,00	58,033	10832000	11732×10^{10}
173,0000	**173,31**	**57,804**	**10870000**	**11815×10^{10}**
174,0000	**172,31**	**57,471**	**10933000**	**11952×10^{10}**
174,3100	172,00	57,367	10952000	11996×10^{10}
175,0000	**171,33**	**57,143**	**11006000**	**12090×10^{10}**
176,0000	**170,35**	**56,818**	**11059000**	12229×10^{10}
176,3600	170,00	56,700	11082000	
177,0000	**169,16**	**56,507**	**11121000**	12368×10^{10}
178,0000	**168,44**	**56,180**	**11184000**	**12519×10^{10}**
178,3400	168,00	56,034	11214000	12545×10^{10}
179,0000	**167,50**	**55,866**	**11257000**	**12659×10^{10}**
180,0000	**166,57**	**55,555**	**11310000**	**12791×10^{10}**
180,6100	166,00	55,456	11348000	12879×10^{10}
181,0000	**165,65**	**55,249**	**11373000**	**12933×10^{10}**
182,0000	**164,72**	**54,945**	**11435000**	**13077×10^{10}**
182,8300	164,00	54,700	11487000	[illegible]
183,0000	**163,83**	**54,645**	**11498000**	**13221×10^{10}**
184,0000	**162,95**	**54,348**	**11561000**	**13365×10^{10}**
185,0000	**162,07**	**54,054**	**11624000**	**13512×10^{10}**
185,0700	162,00	54,032	11628000	13522×10^{10}
186,0000	**161,19**	**53,764**	**11687000**	**13658×10^{10}**
187,0000	**160,33**	**53,476**	**11750000**	**13815×10^{10}**
187,3900	160,00	53,365	11774000	[illegible]
188,0000	**159,48**	**53,192**	**11812000**	**13953×10^{10}**
189,0000	**158,63**	**52,910**	**11875000**	**14102×10^{10}**
189,7500	158,00	52,700	11923000	14215×10^{10}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-4} sec.	ω	ω^2
190,0000	157,80	52,632	11938000	14252×10^{10}
191,0000	156,97	52,356	12001000	14402×10^{10}
192,0000	156,16	52,083	12064000	14553×10^{10}
192,1900	156,00	52,031	12076000	14583×10^{10}
193,0000	155,35	51,814	12127000	14705×10^{10}
194,0000	154,65	51,546	12189000	14858×10^{10}
194,6900	154,00	51,364	12233000	14895×10^{10}
195,0000	153,75	51,282	12252000	15012×10^{10}
196,0000	152,97	51,020	12315000	15166×10^{10}
197,0000	152,20	50,761	12378000	15321×10^{10}
197,2500	152,00	50,697	12394000	15360×10^{10}
198,0000	151,42	50,505	12441000	15477×10^{10}
199,0000	150,67	50,251	12514000	15644×10^{10}
199,8800	150,00	50,030	12559000	15772×10^{10}
200,0000	149,91	50,000	12576000	15792×10^{10}
201,0000	149,16	49,751	12629000	15950×10^{10}
201,2200	149,00	49,696	12643000	15985×10^{10}
202,0000	148,43	49,505	12692000	16119×10^{10}
202,2500	148,00	49,443	12729000	16201×10^{10}
203,0000	147,69	49,261	12755000	16269×10^{10}
203,9600	147,00	49,029	12816000	16423×10^{10}
204,0000	146,96	49,020	12818000	16429×10^{10}
205,0000	146,25	48,781	12881000	16591×10^{10}
205,3600	146,00	48,696	12903000	16648×10^{10}
206,0000	145,54	48,544	12953000	16753×10^{10}
206,7700	145,00	48,362	12992000	16879×10^{10}
207,0000	144,84	48,319	13016000	16916×10^{10}
208,0000	144,14	48,077	13079000	17080×10^{10}
208,2100	144,00	48,029	13082000	17113×10^{10}
209,0000	143,45	47,847	13139000	17245×10^{10}
209,6600	143,00	47,695	13174000	17354×10^{10}
210,0000	142,77	47,619	13195000	17410×10^{10}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
211,0000	142,09	47,393	13258000	17576×10^{10}
211,2400	142,00	47,362	13266000	17600×10^{10}
212,0000	141,42	47,170	13320000	17753×10^{10}
212,6400	141,00	47,028	13330000	17850×10^{10}
213,0000	140,76	46,948	13383000	17911×10^{10}
214,0000	140,10	46,729	13446000	18089×10^{10}
214,1600	140,00	46,684	13456000	18106×10^{10}
215,0000	139,45	46,512	13509000	18249×10^{10}
215,7000	139,00	46,361	13553000	18369×10^{10}
216,0000	138,81	46,296	13572000	18419×10^{10}
217,0000	138,17	46,083	13635000	18590×10^{10}
217,2600	138,00	46,027	13651000	18635×10^{10}
218,0000	137,53	45,872	13697000	18762×10^{10}
218,8400	137,00	45,694	13750000	18918×10^{10}
219,0000	136,90	45,662	13760000	18934×10^{10}
220,0000	136,28	45,454	13823000	19107×10^{10}
220,4500	136,00	45,360	13852000	19187×10^{10}
221,0000	135,66	45,249	13886000	19282×10^{10}
222,0000	135,05	45,045	13949000	19467×10^{10}
222,0900	135,00	45,027	13954000	19472×10^{10}
223,0000	134,45	44,843	14011000	19632×10^{10}
223,7500	134,00	44,693	14058000	19764×10^{10}
224,0000	133,85	44,643	14740000	19808×10^{10}
225,0000	133,19	44,444	14137000	19986×10^{10}
225,4300	133,00	44,360	14164000	20062×10^{10}
226,0000	132,66	44,248	14200000	20164×10^{10}
227,0000	132,10	44,053	14263000	20343×10^{10}
227,1300	132,00	44,026	14272000	20368×10^{10}
228,0000	131,50	43,860	14336000	20522×10^{10}
228,8700	131,00	43,693	14381000	20680×10^{10}
229,0000	130,92	43,668	14398000	20713×10^{10}
230,0000	130,36	43,478	14451000	20884×10^{10}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-5} sec.	ω	ω^2
230,6300	130,00	43,360	14491000	20999×10^{10}
231,0000	**129,79**	**43,290**	**14514000**	**21066×10^{10}**
232,0000	**129,23**	**43,103**	**14577000**	**21249×10^{10}**
232,4200	129,00	43,026	14603000	21326×10^{10}
233,0000	**128,62**	**42,919**	**14640000**	**21432×10^{10}**
234,0000	**128,13**	**42,735**	**14703000**	**21617×10^{10}**
234,2300	128,00	42,692	14717000	21660×10^{10}
235,0000	**127,58**	**42,553**	**14765000**	**21802×10^{10}**
236,0000	**127,04**	**42,373**	**14838000**	**21988×10^{10}**
236,0800	127,00	42,359	14833000	22002×10^{10}
237,0000	**126,51**	**42,194**	**14891000**	**22174×10^{10}**
237,9500	126,00	42,025	14951000	22353×10^{10}
238,0000	**125,97**	**42017**	**14954000**	**22362×10^{10}**
239,0000	**125,45**	**41,841**	**15017000**	**22550×10^{10}**
239,8600	125,00	41,692	15073000	22712×10^{10}
240,0000	**124,93**	**41,666**	**15080000**	**22740×10^{10}**
241,0000	**124,40**	**41,494**	**15142000**	**22929×10^{10}**
241,7900	124,00	41,358	15192000	23080×10^{10}
242,0000	**123,89**	**41,322**	**15205000**	**23120×10^{10}**
243,0000	**123,38**	**41,152**	**15268000**	**23312×10^{10}**
243,7500	123,00	41,025	15316000	23475×10^{10}
244,0000	**122,88**	**40,984**	**15331000**	**23504×10^{10}**
245,0000	**122,38**	**40,816**	**15394000**	**23697×10^{10}**
245,7500	122,00	40,691	15442000	23843×10^{10}
246,0000	**121,88**	**40,650**	**15467000**	**23891×10^{10}**
247,0000	**121,38**	**40,486**	**15519000**	**24085×10^{10}**
247,2200	121,00	40,357	15569000	24239×10^{10}
248,0000	**120,82**	**40,322**	**15582000**	**24281×10^{10}**
249,0000	**120,41**	**40,161**	**15645000**	**24477×10^{10}**
249,8500	120,00	40,024	15698000	24644×10^{10}
250,0000	**119,93**	**40,000**	**15718000**	**24674×10^{10}**
251,0000	**119,45**	**39,841**	**15771000**	**24872×10^{10}**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
251,9500	119,00	39,691	15831000	25060×10^{10}
252,0000	118,98	39,683	15834000	25070×10^{10}
253,0000	118,51	39,526	15897000	25269×10^{10}
254,0000	118,04	39,370	15964000	25470×10^{10}
254,0800	118,00	39,357	15969000	25487×10^{10}
255,0000	117,58	39,216	16022000	25671×10^{10}
256,0000	117,12	39,063	16085000	25873×10^{10}
256,2600	117,00	39,023	16101000	25924×10^{10}
257,0000	116,66	38,910	16158000	26075×10^{10}
258,0000	116,21	38,760	16211000	26278×10^{10}
258,4600	116,00	38,690	16240000	26373×10^{10}
259,0000	115,76	38,610	16273000	26482×10^{10}
260,0000	115,31	38,462	16346000	26687×10^{10}
260,7100	115,00	38,356	16381000	26834×10^{10}
261,0000	114,87	38,314	16399000	26893×10^{10}
262,0000	114,45	38,160	16462000	27100×10^{10}
263,0000	114,00	38,023	1652500	27307×10^{10}
264,0000	113,56	37,879	16588000	27515×10^{10}
265,0000	113,14	37,736	16650000	27724×10^{10}
265,0800	113,00	37,689	16671000	27729×10^{10}
266,0000	112,71	37,594	16724000	27933×10^{10}
267,0000	112,29	37,453	16776000	28144×10^{10}
267,7000	112,00	37,356	16820000	28278×10^{10}
268,0000	111,87	37,313	16839000	28355×10^{10}
269,0000	111,46	37,175	16902000	28567×10^{10}
270,0000	111,05	37,037	16965000	28780×10^{10}
270,1100	111,00	37,022	16971000	28803×10^{10}
271,0000	110,63	36,900	17037000	28993×10^{10}
272,0000	110,23	36,765	17090000	29208×10^{10}
272,5600	110,00	36,698	17126000	29329×10^{10}
273,0000	109,82	36,630	17153000	29423×10^{10}
274,0000	109,42	36,496	17216000	29639×10^{10}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
275,0000	109,02	36,363	17279000	29865×10^{10}
273,0600	109,00	36,356	17283000	29869×10^{10}
276,0000	108,63	36,232	17342000	30073×10^{10}
277,0000	108,24	36,101	17404000	30291×10^{10}
277,6100	108,00	36,022	17443000	30425×10^{10}
278,0000	107,85	35,971	17467000	30510×10^{10}
279,0000	107,46	35,842	17530000	30730×10^{10}
280,0000	107,08	35,714	17593000	30951×10^{10}
280,2000	107,00	35,690	17606000	30997×10^{10}
281,0000	106,70	35,587	17656000	31173×10^{10}
282,0000	106,32	35,461	17719000	31395×10^{10}
282,8500	106,00	35,354	17772000	31584×10^{10}
283,0000	105,94	35,336	17781000	31618×10^{10}
284,0000	105,45	35,171	17846000	31915×10^{10}
285,0000	105,20	35,088	17917000	32076×10^{10}
285,5400	105,00	35,013	17941000	32189×10^{10}
286,0000	104,83	34,965	17970000	32292×10^{10}
287,0000	104,46	34,843	18043000	32518×10^{10}
288,0000	104,10	34,722	18096000	32745×10^{10}
288,2900	104,00	34,688	18114000	32811×10^{10}
289,0000	103,74	34,602	18168000	32973×10^{10}
290,0000	103,39	34,483	18221000	33201×10^{10}
291,0000	103,03	34,364	18294000	33431×10^{10}
291,0900	103,00	34,354	18290000	33451×10^{10}
292,0000	102,68	34,247	18347000	33661×10^{10}
293,0000	102,33	34,130	18410000	33892×10^{10}
293,9400	102,00	34,020	18469000	34118×10^{10}
294,0000	101,98	34,014	18473000	34124×10^{10}
295,0000	101,76	33,940	18513000	34272×10^{10}
296,0000	101,29	33,787	18598000	34589×10^{10}
296,8500	101,00	33,684	18652000	34788×10^{10}
297,0000	100,95	33,670	18661000	34824×10^{10}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
298,0000	100,610	33,557	18724000	35058×10^{10}
299,0000	100,270	33,445	18787000	35294×10^{10}
299,8200	100,000	33,353	18838000	35488×10^{10}
300,0000	99,951	33,333	18850000	35531×10^{10}
301,0000	99,608	33,223	18908000	35768×10^{10}
301,3300	99,500	33,187	18933000	35845×10^{10}
302,0000	99,278	33,113	18975000	30606×10^{10}
302,8500	99,000	33,020	19028000	36208×10^{10}
303,0000	98,950	33,003	19038000	36245×10^{10}
304,0000	98,625	32,895	19101000	36484×10^{10}
304,3800	98,500	32,853	19125000	36577×10^{10}
305,0000	98,302	32,787	19164000	36725×10^{10}
305,9400	98,000	32,686	19223000	36951×10^{10}
306,0000	97,980	32,680	19227000	36966×10^{10}
307,0000	97,661	32,573	19289000	37208×10^{10}
307,5100	97,500	32,519	19321000	37331×10^{10}
308,0000	97,344	32,468	19352000	37451×10^{10}
309,0000	97,029	32,363	19415000	37694×10^{10}
309,0900	97,000	32,353	19421000	37717×10^{10}
310,0000	96,716	32,258	19478000	37949×10^{10}
310,6900	96,500	32,186	19522000	38109×10^{10}
311,0000	96,405	32,154	19541000	38272×10^{10}
312,0000	96,096	32,051	19604000	38430×10^{10}
312,3100	96,000	32,019	19623000	38807×10^{10}
313,0000	95,789	31,949	19667000	38678×10^{10}
313,9500	95,500	31,853	19727000	38911×10^{10}
314,0000	95,484	31,857	19739000	38924×10^{10}
315,0000	95,225	31,746	19792000	39172×10^{10}
315,6000	95,000	31,686	19830000	39322×10^{10}
316,0000	94,880	31,646	19855000	39422×10^{10}
317,0000	94,580	31,546	19918000	39671×10^{10}
317,2700	94,500	31,519	19935000	39739×10^{10}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
318,0000	**94,283**	**31,447**	**19981000**	**39922×10^{10}**
318,9600	94,000	31,352	20041000	40163×10^{10}
319,0000	**93,988**	**31,348**	**20043000**	**40174×10^{10}**
320,0000	**93,694**	**31,250**	**20106000**	**40426×10^{10}**
320,6600	93,500	31,185	20148000	40593×10^{10}
321,0000	**93,402**	**31,153**	**20169000**	**40679×10^{10}**
322,0000	93,112	31,056	2024200	40933×10^{10}
322,3900	93,000	31,018	20256000	41031×10^{10}
323,0000	**92,823**	**30,960**	**20295000**	**41187×10^{10}**
324,0000	**92,537**	**30,864**	**20358000**	**41348×10^{10}**
324,1300	92,500	30,852	20366000	41476×10^{10}
325,0000	**92,465**	**30,779**	**20420000**	**41699×10^{10}**
325,8900	92,000	30,685	20476000	41928×10^{10}
326,0000	**91,969**	**30,675**	**20483000**	**41956×10^{10}**
327,0000	**91,688**	**30,581**	**20546000**	**42214×10^{10}**
327,6700	91,500	30,518	20588000	42387×10^{10}
328,0000	**91,409**	**30,488**	**20619000**	**42472×10^{10}**
329,0000	**91,129**	**30,395**	**20672000**	**42732×10^{10}**
329,4700	91,000	30,352	20701000	42854×10^{10}
330,0000	**90,855**	**30,303**	**20734000**	**42992×10^{10}**
331,0000	**90,580**	**30,212**	**20808000**	**43263×10^{10}**
331,2900	90,500	30,184	20816000	43330×10^{10}
332,0000	**90,307**	**30,121**	**20860000**	**43515×10^{10}**
333,0000	**90,036**	**30,030**	**20923000**	**43777×10^{10}**
333,1300	90,000	30,018	20931000	43812×10^{10}
334,0000	**89,867**	**29,940**	**20986000**	**44041×10^{10}**
334,9900	89,500	29,851	21048000	44303×10^{10}
335,0000	**89,499**	**29,850**	**21049000**	**44304×10^{10}**
336,0000	**89,221**	**29,758**	**21114000**	**44581×10^{10}**
336,8700	89,000	29,684	21167000	44802×10^{10}
337,0000	**88,968**	**29,674**	**21174000**	**44835×10^{10}**
338,0000	**88,704**	**29,596**	**21247000**	**45102×10^{10}**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-6} sec.	ω	ω^2
338,7800	88,500	29,517	21286000	45310×10^{10}
339,0000	**88,445**	**29,499**	**21300000**	**45369×10^{10}**
340,0000	**88,182**	**29,412**	**21363000**	**45637×10^{10}**
340,7000	88,000	29,351	21407000	45826×10^{10}
341,0000	**87,924**	**29,326**	**21426000**	**45906×10^{10}**
342,0000	**87,666**	**29,240**	**21489000**	**46176×10^{10}**
342,6500	87,500	29.184	21530000	46352×10^{10}
343,0000	**87,411**	**29,155**	**21551000**	**46446×10^{10}**
344,0000	**87,157**	**29,070**	**21614000**	**46717×10^{10}**
344,6200	87,000	29,017	21653000	46886×10^{10}
345,0000	**86,904**	**29,986**	**21677000**	**46989×10^{10}**
346,0000	**86,643**	**28,902**	**21740000**	**47262×10^{10}**
346,6500	86,500	28,847	21778000	47429×10^{10}
347,0000	**86,404**	**28,819**	**21803000**	**47545×10^{10}**
348,0000	**86,155**	**28,736**	**21865000**	**47810×10^{10}**
348,6300	86,000	28,690	21905000	47983×10^{10}
349,0000	**85,908**	**28,653**	**21939000**	**48095×10^{10}**
350,0000	**85,663**	**28,572**	**21991000**	**48361×10^{10}**
350,6700	85,500	28,517	22033000	48545×10^{10}
351,0000	**85,419**	**28,490**	**22054000**	**48638×10^{10}**
352,0000	**85,176**	**28,409**	**22117000**	**48915×10^{10}**
352,7300	85,000	28,350	22163000	49118×10^{10}
353,0000	**84,940**	**28,330**	**22178000**	**49187×10^{10}**
354,0000	**84,695**	**28,248**	**22242000**	**49473×10^{10}**
354,4200	84,500	28,183	22294000	49701×10^{10}
355,0000	**84,456**	**28,169**	**22305000**	**49753×10^{10}**
356,0000	**84,219**	**28,090**	**22368000**	**50033×10^{10}**
356,9300	84,000	28,017	22426000	50295×10^{10}
357,0000	**83,983**	**28,011**	**22431000**	**50315×10^{10}**
358,0000	**83,748**	**27,936**	**22504000**	**50597×10^{10}**
359,0000	**83,515**	**27,855**	**22557000**	**50880×10^{10}**
359,0600	83,500	27,850	22561000	50899×10^{10}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
360,0000	**83,302**	**27,777**	**22620000**	**51164×10^{10}**
361,0000	**83,052**	**27,701**	**22682000**	**51449×10^{10}**
361,2300	83,000	27,683	22697000	51514×10^{10}
362,0000	**82,823**	**27,624**	**22745000**	**51734×10^{10}**
363,0000	**82,595**	**27,558**	**22818000**	**52020×10^{10}**
363,4200	82,500	27,516	22834000	52140×10^{10}
364,0000	**82,368**	**27,474**	**22871000**	**52308×10^{10}**
365,0000	**82,142**	**27,397**	**22934000**	**52595×10^{10}**
365,6300	82,000	27,350	22973000	52778×10^{10}
366,0000	**81,918**	**27,322**	**22996000**	**52884×10^{10}**
367,0000	**81,695**	**27,248**	**23059000**	**53174×10^{10}**
367,7100	81,500	27,183	23140000	53428×10^{10}
368,0000	**81,473**	**27,174**	**23122000**	**53463×10^{10}**
369,0000	**81,252**	**27,100**	**23185000**	**53755×10^{10}**
370,0000	**81,032**	**27,027**	**23248000**	**54046×10^{10}**
370,1500	81,000	27,016	23257000	54089×10^{10}
371,0000	**80,814**	**26,954**	**23311000**	**54388×10^{10}**
372,0000	**80,597**	**26,882**	**23373000**	**54632×10^{10}**
372,4500	80,500	26,850	23402000	54764×10^{10}
373,0000	**80,381**	**26,810**	**23436000**	**54926×10^{10}**
374,0000	**80,166**	**26,748**	**23509000**	**55221×10^{10}**
374,6000	80,000	26,683	23548000	55450×10^{10}
375,0000	**79,952**	**26,666**	**23562000**	**55516×10^{10}**
376,0000	**79,740**	**26,596**	**23624000**	**55811×10^{10}**
377,0000	**79,528**	**26,525**	**23688000**	**56110×10^{10}**
377,1300	79,500	26,516	23696000	56156×10^{10}
378,0000	**79,317**	**26,455**	**23750000**	**56408×10^{10}**
379,0000	**79,108**	**26,385**	**23813000**	**56707×10^{10}**
379,5200	79,000	26,349	23846000	56863×10^{10}
380,0000	**78,900**	**26,316**	**23876000**	**57007×10^{10}**
381,0000	**78,693**	**26,257**	**23944000**	**57281×10^{10}**
381,9400	78,500	26,182	23998000	57590×10^{10}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
382,0000	78,487	26,178	24002000	57608×10^{10}
383,0000	78,282	26,110	24065000	57910×10^{10}
384,0000	78,078	26,042	24127000	58223×10^{10}
384,2100	78,000	26,015	24152000	58330×10^{10}
385,0000	77,858	25,974	24190000	58517×10^{10}
386,0000	77,673	25,907	24253000	58821×10^{10}
386,8600	77,500	25,849	24307000	59085×10^{10}
387,0000	77,473	25,840	24316000	59127×10^{10}
388,0000	77,273	25,773	24389000	59432×10^{10}
389,0000	77,075	25,717	24442000	59739×10^{10}
389,3800	77,000	25,682	24465000	59854×10^{10}
390,0000	76,877	25,641	24504000	60047×10^{10}
391,0000	76,680	25,575	24567000	60355×10^{10}
391,9200	76,500	25,515	24625000	60640×10^{10}
392,0000	76,485	25,510	24630000	60664×10^{10}
393,0000	76,290	25,445	24693000	60974×10^{10}
394,0000	76,096	25,380	24756000	61285×10^{10}
394,5000	76,000	25,348	24787000	61440×10^{10}
395,0000	75,904	25,316	24818000	61593×10^{10}
396,0000	75,712	25,252	24881000	61909×10^{10}
397,0000	75,521	25,189	24944000	62231×10^{10}
397,1100	75,500	25,128	24950000	62257×10^{10}
398,0000	75,332	25,126	25017000	62535×10^{10}
399,0000	75,143	25,073	25070000	62850×10^{10}
399,7600	75,000	25,015	25118000	63090×10^{10}
400,0000	74,955	25,000	25133000	63166×10^{10}
401,0000	74,768	24,938	25195000	63482×10^{10}
402,0000	74,582	24,876	25258000	63799×10^{10}
402,4400	74,500	24,846	25286000	63939×10^{10}
403,0000	74,397	24,814	25321000	64117×10^{10}
404,0000	74,213	24,752	25384000	64435×10^{10}
405,0000	74,030	24,690	25447000	64755×10^{10}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in $\cdot 10^{-8}$ sec.	ω	ω^2
405,1600	74,000	24,681	25457000	64806×10^{10}
406,0000	73,847	24,631	25510000	65075×10^{10}
407,0000	73,666	24,570	25555000	65395×10^{10}
407,9200	73,500	24,515	25630000	65691×10^{10}
408,0000	73,485	24,510	25635000	65717×10^{10}
409,0000	73,306	24,450	25698000	66043×10^{10}
410,0000	73,127	24,390	25761000	66363×10^{10}
410,7200	73,000	24,347	25806000	66597×10^{10}
411,0000	72,949	24,331	25834000	66697×10^{10}
412,0000	72,772	24,272	25897000	67012×10^{10}
413,0000	72,596	24,223	25950000	67338×10^{10}
413,5400	72,500	24,181	25984000	67516×10^{10}
414,0000	72,420	24,165	26012000	67664×10^{10}
415,0000	72,246	24,097	26075000	67992×10^{10}
416,0000	72,072	24,039	26138000	68320×10^{10}
416,4100	72,000	24,014	26164000	68457×10^{10}
417,0000	71,899	23,981	26201000	68649×10^{10}
418,0000	71,727	23,923	26264000	68978×10^{10}
419,0000	71,572	23,866	26327000	69309×10^{10}
419,3300	71,500	23,847	26347000	69417×10^{10}
420,0000	71,386	23,810	26389000	69640×10^{10}
421,0000	71,167	23,753	26452000	69972×10^{10}
422,0000	71,047	23,697	26515000	70305×10^{10}
422,2700	71,000	23,681	26533000	70398×10^{10}
423,0000	70,880	23,641	26578000	70648×10^{10}
424,0000	70,712	23,585	26641000	70972×10^{10}
425,0000	70,546	23,529	26703000	71308×10^{10}
425,2700	70,500	23,514	26722000	71400×10^{10}
426,0000	70,380	23,474	26766000	71644×10^{10}
427,0000	70,216	23,419	26829000	71980×10^{10}
428,0000	70,051	23,364	26892000	72318×10^{10}
428,3100	70,000	23,346	26912000	72424×10^{10}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
429,0000	69,888	23,310	26955000	72656×10^{10}
430,0000	69,726	23,256	27018000	72995×10^{10}
431,0000	69,564	23,202	27081000	73335×10^{10}
431,3800	69,500	23,180	27106000	73470×10^{10}
432,0000	69,403	23,148	27143000	73676×10^{10}
433,0000	69,243	23,095	27206000	74017×10^{10}
434,0000	69,083	23,041	27269000	74360×10^{10}
434,5200	69,000	23,013	27302000	74539×10^{10}
435,0000	68,924	22,988	27332000	74703×10^{10}
436,0000	68,766	22,936	27395000	75050×10^{10}
437,0000	68,609	22,883	27458000	75392×10^{10}
437,6900	68,500	22,847	27501000	75631×10^{10}
438,0000	68,452	22,831	27520000	75737×10^{10}
439,0000	68,296	22,779	27582000	76077×10^{10}
440,0000	68,141	22,727	27646000	76430×10^{10}
440,9100	68,000	22,680	27703000	76747×10^{10}
441,0000	67,986	22,676	27709000	76778×10^{10}
442,0000	67,832	22,624	27772000	77127×10^{10}
443,0000	67,680	22,573	27835000	77476×10^{10}
444,0000	67,527	22,522	27897000	77826×10^{10}
444,1800	67,500	22,513	27908000	77899×10^{10}
445,0000	67,375	22,472	27960000	78177×10^{10}
446,0000	67,224	22,421	28023000	78539×10^{10}
447,0000	67,074	22,372	28086000	78881×10^{10}
447,4900	67,000	22,347	28117000	79056×10^{10}
448,0000	66,924	22,321	28148000	79235×10^{10}
449,0000	66,775	22,272	28212000	79589×10^{10}
450,0000	66,627	22,222	28274000	79944×10^{10}
450,9500	66,500	22,180	28328000	80249×10^{10}
451,0000	66,479	22,173	28337000	80299×10^{10}
452,0000	66,332	22,124	28400000	80656×10^{10}
453,0000	66,185	22,075	28463000	81088×10^{10}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
454,0000	66,040	22,026	28525000	81370×10^{10}
454,3100	66,000	22,013	28543000	81469×10^{10}
455,0000	65,894	21,978	28589000	81730×10^{10}
456,0000	65,750	21,930	28651000	82089×10^{10}
457,0000	65,606	21,882	28714000	82450×10^{10}
457,7400	65,500	21,847	28761000	82717×10^{10}
458,0000	65,463	21,834	28787000	82811×10^{10}
459,0000	65,320	21,786	28840000	83173×10^{10}
460,0000	65,178	21,739	28902000	83536×10^{10}
461,0000	65,037	21,692	28966000	83900×10^{10}
461,2600	65,000	21,680	28843000	84003×10^{10}
462,0000	64,896	21,645	29028000	84264×10^{10}
463,0000	64,771	21,598	29091000	84630×10^{10}
464,0000	64,616	21,552	29154000	84996×10^{10}
464,8400	64,500	21,513	29206000	85303×10^{10}
465,0000	64,477	21,506	29217000	85362×10^{10}
466,0000	64,339	21,459	29279000	85730×10^{10}
467,0000	64,201	21,413	29343000	86098×10^{10}
468,0000	64,064	21,368	29405000	86447×10^{10}
468,4700	64,000	21,364	29435000	86640×10^{10}
469,0000	63,926	21,322	29468000	86837×10^{10}
470,0000	63,792	21,277	29531000	87206×10^{10}
471,0000	63,656	21,231	29594000	87579×10^{10}
472,0000	63,521	21,196	29657000	87952×10^{10}
472,1600	63,500	21,179	29666000	88010×10^{10}
473,0000	63,386	21,142	29720000	88325×10^{10}
474,0000	63,253	21,097	29782000	88699×10^{10}
475,0000	63,121	21,053	29845000	89073×10^{10}
475,9000	63,000	21,013	29902000	89413×10^{10}
476,0000	62,987	21,008	29908000	89449×10^{10}
477,0000	62,855	20,964	29971000	89825×10^{10}
478,0000	62,724	20,920	30034000	90202×10^{10}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
479,0000	62,593	20,877	30097000	90580×10^{10}
479,7100	62,500	20,846	30141000	90849×10^{10}
480,0000	62,463	20,833	30159000	90958×10^{10}
481,0000	62,332	20,790	30222000	91338×10^{10}
482,0000	62,203	20,747	30285000	91718×10^{10}
483,0000	62,075	20,714	30348000	92099×10^{10}
483,5800	62,000	20,679	30384000	92320×10^{10}
484,0000	61,946	20,661	30411000	92481×10^{10}
485,0000	61,818	20,619	30473000	92863×10^{10}
486,0000	61,691	20,576	30536000	93246×10^{10}
487,0000	61,572	20,534	30599000	93631×10^{10}
487,5100	61,500	20,512	30631000	93823×10^{10}
488,0000	61,439	20,492	30662000	94015×10^{10}
489,0000	61,313	20,450	30725000	94401×10^{10}
490,0000	61,188	20,408	30788000	94788×10^{10}
491,0000	61,063	20,367	30850000	95175×10^{10}
491,5100	61,000	20,345	30882000	95372×10^{10}
492,0000	60,939	20,335	30913000	95563×10^{10}
493,0000	60,815	20,284	30986000	95952×10^{10}
494,0000	60,700	20,243	31039000	96341×10^{10}
495,0000	60,570	20,202	31102000	96732×10^{10}
495,5700	60,500	20,179	31137000	96955×10^{10}
496,0000	60,447	20,161	31165000	97123×10^{10}
497,0000	60,326	20,121	31227000	97515×10^{10}
498,0000	60,205	20,080	31290000	97908×10^{10}
499,0000	60,084	20,040	31353000	98302×10^{10}
499,7000	60,000	20,012	31397000	98577×10^{10}
500,0000	59,964	20,000	31416000	98696×10^{10}
501,0000	59,844	19,960	31489000	99091×10^{10}
502,0000	59,725	19,920	31542000	99487×10^{10}
503,0000	59,606	19,881	31604000	99884×10^{10}
503,9000	59,500	19,845	31661000	10024×10^{11}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
504,0000	59,488	19,841	31667000	10038×10^{11}
505,0000	59,370	19,802	31730000	10068×10^{11}
506,0000	59,253	19,763	31793000	10108×10^{11}
507,0000	59,136	19,724	31856000	10148×10^{11}
508,0000	59,020	19,685	31919000	10188×10^{11}
508,1700	59,000	19,678	31929000	10195×10^{11}
509,0000	58,904	19,647	31981000	10228×10^{11}
510,0000	58,788	19,608	32044000	10269×10^{11}
511,0000	58,673	19,570	32107000	10319×10^{11}
512,0000	58,559	19,531	32170000	10349×10^{11}
512,5100	58,500	19,512	32202000	10370×10^{11}
513,0000	58,445	19,493	32233000	10390×10^{11}
514,0000	58,331	19,465	32296000	10430×10^{11}
515,0000	58,218	19,417	32358000	10471×10^{11}
516,0000	58,105	19,380	32421000	10511×10^{11}
516,9300	58,000	19,345	32480000	10549×10^{11}
517,0000	57,992	19,342	23484000	10552×10^{11}
518,0000	57,887	19,305	32547000	10605×10^{11}
519,0000	57,769	19,268	32610000	10634×10^{11}
520,0000	57,658	19,230	32673000	10675×10^{11}
521,0000	57,547	19,194	32745000	10726×10^{11}
521,4300	57,500	19,178	32762000	10733×10^{11}
522,0000	57,437	19,156	32798000	10757×10^{11}
523,0000	57,327	19,121	32861000	10798×10^{11}
524,0000	57,217	19,084	32924000	10840×10^{11}
525,0000	57,108	19,043	32986000	10881×10^{11}
526,0000	57,000	19,021	33045000	10923×10^{11}
527,0000	56,892	18,975	33113000	10964×10^{11}
528,0000	56,784	18,939	33175000	11006×10^{11}
529,0000	56,677	18,904	33238000	11058×10^{11}
530,0000	56,570	18,868	33391000	11090×10^{11}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
530,6500	56,500	18,844	33342000	11117×10^{11}
531,0000	**56,463**	**18,833**	**33364000**	**11131×10^{11}**
532,0000	**56,357**	**18,807**	**33427000**	**11173×10^{11}**
533,0000	**56,251**	**18,762**	**33474000**	**11215×10^{11}**
534,0000	**56,146**	**18,727**	**33552000**	**11257×10^{11}**
535,0000	**56,041**	**18,692**	**33615000**	**11300×10^{11}**
535,3900	56,000	18,678	33640000	11316×10^{11}
536,0000	**55,936**	**18,657**	**33678000**	**11342×10^{11}**
537,0000	**55,832**	**18,632**	**33741000**	**11384×10^{11}**
538,0000	**55,728**	**18,587**	**33804000**	**11427×10^{11}**
539,0000	**55,625**	**18,553**	**33866000**	**11469×10^{11}**
540.0000	**55,522**	**18,519**	**33929000**	**11512×10^{11}**
540,2100	55,500	18,511	33943000	11521×10^{11}
541,0000	**55,420**	**18,484**	**33984000**	**11549×10^{11}**
542,0000	**55,317**	**18,461**	**34055000**	**11597×10^{11}**
543,0000	**55,216**	**18,416**	**34118000**	**11640×10^{11}**
544,0000	**55,114**	**18,382**	**34180000**	**11683×10^{11}**
545,0000	**55,013**	**18,349**	**34243000**	**11726×10^{11}**
545,1200	55,000	18,344	34251000	11731×10^{11}
546,0000	**54,912**	**18,315**	**34306000**	**11769×10^{11}**
547,0000	**54,812**	**18,292**	**34369000**	**11813×10^{11}**
548,0000	**54,712**	**18,248**	**34432000**	**11855×10^{11}**
549,0000	**54,612**	**18,215**	**34495000**	**11899×10^{11}**
550,0000	**54,513**	**18,182**	**34558000**	**11942×10^{11}**
550,1300	54,500	18,177	34566000	11948×10^{11}
551,0000	**54,414**	**18,149**	**34620000**	**11986×10^{11}**
552,0000	**54,315**	**18,126**	**34667000**	**12018×10^{11}**
553,0000	**54,217**	**18,083**	**34746000**	**12073×10^{11}**
554,0000	**54,119**	**18,051**	**34809000**	**12116×10^{11}**
555,0000	**54,021**	**18,018**	**34872000**	**12160×10^{11}**
555,2200	54,000	18,011	34886000	12173×10^{11}
556,0000	**53,918**	**17,986**	**34934000**	**12204×10^{11}**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
557,0000	53,838	17,953	35007000	12258×10^{11}
558,0000	53,731	17,921	35060000	12292×10^{11}
559,0000	53,635	17,889	35123000	12346×10^{11}
560,0000	53,540	17,857	35186000	12380×10^{11}
560,4100	53,500	17,844	35212000	12390×10^{11}
561,0000	53,444	17,835	35249000	12425×10^{11}
562,0000	53,349	17,794	35312000	12469×10^{11}
563,0000	53,254	17,762	35374000	12513×10^{11}
564,0000	53,160	17,731	35437000	12558×10^{11}
565,0000	53,065	17,699	35500000	12602×10^{11}
565,7000	53,000	17,680	35544000	12634×10^{11}
566,0000	52,972	17,677	35563000	12647×10^{11}
567,0000	52,878	17,637	35643000	12704×10^{11}
568,0000	52,785	17,606	35689000	12747×10^{11}
569,0000	52,693	17,575	35751000	12782×10^{11}
570,0000	52,600	17,544	35814000	12837×10^{11}
571,0000	52,508	17,513	35877000	12872×10^{11}
571,0800	52,500	17,510	35883000	12875×10^{11}
572,0000	52,416	17,483	35940000	12927×10^{11}
573,0000	52,325	17,452	36003000	12962×10^{11}
574,0000	52,233	17,422	36066000	13017×10^{11}
575,0000	52,143	17,387	36128000	13053×10^{11}
576,0000	52,058	17,361	36191000	13108×10^{11}
576,5700	52,000	17,344	36227000	13124×10^{11}
577,0000	51,962	17,331	36254000	13144×10^{11}
578,0000	51,872	17,301	36317000	13199×10^{11}
579,0000	51,782	17,271	36380000	13235×10^{11}
580,0000	51,693	17,241	36442000	13281×10^{11}
581,0000	51,604	17,212	36505000	13326×10^{11}
582,0000	51,521	17,182	36568000	13372×10^{11}
582,1700	51,500	17,177	36574000	13377×10^{11}
583,0000	51,427	17,149	36631000	13419×10^{11}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
584,0000	51,339	17,123	36694000	13464×10^{11}
585,0000	51,251	17,094	36757000	13511×10^{11}
586,0000	51,164	17,075	36829000	13567×10^{11}
587,0000	51,077	17,036	36882000	13603×10^{11}
587,8800	51,000	17,010	36938000	13644×10^{11}
588,0000	50,990	17,007	36945000	13659×10^{11}
589,0000	50,903	16,978	37008000	13696×10^{11}
590,0000	50,817	16,959	37071000	13753×10^{11}
591,0000	50,731	16,920	37133000	13789×10^{11}
592,0000	50,645	16,892	37196000	13846×10^{11}
593,0000	50,560	16,859	37259000	13882×10^{11}
593,7000	50,500	16,843	37303000	13915×10^{11}
594,0000	50,475	16,835	37322000	13930×10^{11}
595,0000	50,390	16,807	37385000	13976×10^{11}
596,0000	50,305	16,779	37448000	14023×10^{11}
597,0000	50,221	16,750	37511000	14070×10^{11}
598,0000	50,137	16,722	37574000	14118×10^{11}
599,0000	50,053	16,695	37636000	14165×10^{11}
599,6400	50,000	16,676	37677000	[illegible]
600,0000	49,980	16,668	37696000	14210×10^{11}
600,8400	49,900	16,643	37752000	14252×10^{11}
601,0000	49,887	16,639	37753000	14253×10^{11}
602,0000	49,804	16,612	37825000	14307×10^{11}
602,0500	49,800	16,610	37828000	
603,0000	49,722	16,584	37887000	14354×10^{11}
603,2600	49,700	16,576	37904000	14366×10^{11}
604,0000	49,639	16,556	37955000	14406×10^{11}
604,4700	49,600	16,543	37980000	[illegible]
605,0000	49,557	16,529	38013000	14450×10^{11}
605,7000	49,500	16,510	38057000	14483×10^{11}
606,0000	49,475	16,502	38076000	14498×10^{11}
606,9200	49,400	16,476	38134000	14542×10^{11}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
607,0000	**49,394**	**16,475**	**38139000**	**14546×10¹¹**
608,0000	**49,312**	**16,457**	**38202000**	**14594×10¹¹**
608,1500	49,300	16,443	38212000	14601×10¹¹
609,0000	**49,232**	**16,420**	**38265000**	**14641×10¹¹**
609,3900	49,200	16,410	38289000	14660×10¹¹
610,0000	**49,151**	**16,394**	**38327000**	**14690×10¹¹**
610,6300	49,100	16,376	38367000	14720×10¹¹
611,0000	**49,070**	**16,367**	**38390000**	**14738×10¹¹**
611,8700	49,000	16,343	38445000	14780×10¹¹
612,0000	**48,990**	**16,340**	**38453000**	**14786×10¹¹**
613,0000	**48,910**	**16,313**	**38516000**	**14835×10¹¹**
613,1300	48,900	16,309	38524000	14841×10¹¹
614,0000	**48,831**	**16,287**	**38579000**	**14883×10¹¹**
614,2500	48,800	16,276	38603000	14902×10¹¹
615,0000	**48,751**	**16,260**	**38642000**	**14932×10¹¹**
615,6500	48,700	16,243	38682000	14963×10¹¹
616,0000	**48,672**	**16,234**	**38705000**	**14980×10¹¹**
616,9100	48,600	16,209	38762000	15025×10¹¹
617,0000	**48,593**	**16,207**	**38767000**	**15029×10¹¹**
618,0000	**48,515**	**16,191**	**38830000**	**15078×10¹¹**
618,1800	48,500	16,176	38842000	15087×10¹¹
619,0000	**48,436**	**16,155**	**38893000**	**15127×10¹¹**
619,4600	48,400	16,143	38922000	15149×10¹¹
620,0000	**48,358**	**16,129**	**38956000**	**15186×10¹¹**
620,3200	48,300	16,109	39003000	15212×10¹¹
621,0000	**48,277**	**16,103**	**39019000**	**15225×10¹¹**
622,0000	**48,203**	**16,077**	**39080000**	**15273×10¹¹**
622,0300	48,200	16,076	39084000	15275×10¹¹
623,0000	**48,125**	**16,051**	**39144000**	**15323×10¹¹**
623,3300	48,100	16,043	39165000	15339×10¹¹
624,0000	**48,048**	**16,026**	**39207000**	**15372×10¹¹**
624,6200	48,000	16,010	39246000	15403×10¹¹

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
625,0000	47,971	16,000	39270000	15421×10^{11}
625,9300	47,900	15,976	39325000	15467×10^{11}
626,0000	47,894	15,974	39330000	15468×10^{11}
627,0000	47,818	15,949	39395000	15520×10^{11}
627,2400	47,800	15,940	39411000	15532×10^{11}
628,0000	47,742	15,934	39458000	15569×10^{11}
628,5600	47,700	15,909	39493000	15597×10^{11}
629,0000	47,666	15,898	39521000	15619×10^{11}
629,8700	47,600	15,876	39576000	15663×10^{11}
630,0000	47,590	15,873	39584000	15679×10^{11}
631,0000	47,515	15,848	39647000	15719×10^{11}
631,2000	47,500	15,843	39659000	15729×10^{11}
632,0000	47,440	15,823	39710000	15769×10^{11}
632,5300	47,400	15,809	39743000	15795×10^{11}
633,0000	47,366	15,798	39773000	15829×10^{11}
633,8600	47,300	15,777	39827000	15862×10^{11}
634,0000	47,290	15,773	39835000	15869×10^{11}
635,0000	47,208	15,748	39898000	15919×10^{11}
635,2100	47,200	15,743	39911000	15929×10^{11}
636,0000	47,142	15,723	39961000	15969×10^{11}
636,5600	47,100	15,710	39966000	15997×10^{11}
637,0000	47,068	15,699	40024000	16019×10^{11}
637,9100	47,000	15,672	40081000	16065×10^{11}
638,0000	46,994	15,674	40097000	16070×10^{11}
639,0000	46,920	15,650	40150000	16120×10^{11}
639,3700	46,900	15,643	40167000	16134×10^{11}
640,0000	46,847	15,625	40212000	16170×10^{11}
640,6400	46,800	15,609	40253000	16203×10^{11}
641,0000	46,784	15,601	40285000	16221×10^{11}
642,0000	46,701	15,576	40338000	16271×10^{11}
642,0100	46,700	15,576	40339000	16272×10^{11}
643,0000	46,628	15,552	40401000	16322×10^{11}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-7} sec.	ω	ω^2
643,3900	46,600	15,542	40425000	16342×10^{11}
644,0000	**46,556**	**15,538**	**40464000**	**16373×10^{11}**
644,7700	46,500	15,509	40512000	16413×10^{11}
645,0000	**46,484**	**15,504**	**40526000**	**16424×10^{11}**
646,0000	**46,412**	**15,480**	**40590000**	**16475×10^{11}**
646,1600	46,400	15,476	40600000	16483×10^{11}
647,0000	**46,340**	**15,466**	**40652000**	**16526×10^{11}**
647,5600	46,300	15,442	40687000	16554×10^{11}
648,0000	**46,263**	**15,432**	**40715000**	**16577×10^{11}**
648,9600	46,200	15,409	40776000	16626×10^{11}
649,0000	**46,197**	**15,408**	**40778000**	**16628×10^{11}**
650,0000	**46,126**	**15,395**	**40841000**	**16680×10^{11}**
650,3700	46,100	15,376	40864000	16699×10^{11}
651,0000	**46,050**	**15,361**	**40904000**	**16731×10^{11}**
651,7800	46,000	15,342	40953000	16771×10^{11}
652,0000	**45,985**	**15,337**	**40966000**	**16782×10^{11}**
653,0000	**45,914**	**15,324**	**41039000**	**16834×10^{11}**
653,2000	45,900	15,309	41042000	16844×10^{11}
654,0000	**45,844**	**15,290**	**41092000**	**16886×10^{11}**
654,6300	45,800	15,276	41132000	16918×10^{11}
655,0000	**45,774**	**15,267**	**41155000**	**16937×10^{11}**
656,0000	**45,704**	**15,254**	**41218000**	**16989×10^{11}**
656,2100	45,700	15,239	41222000	16992×10^{11}
657,0000	**45,635**	**15,221**	**41280000**	**17041×10^{11}**
657,5000	45,600	15,209	41312000	17067×10^{11}
658,0000	**45,565**	**15,198**	**41343000**	**17093×10^{11}**
658,9400	45,500	15,186	41403000	17143×10^{11}
659,0000	**45,496**	**15,185**	**41406000**	**17145×10^{11}**
660,0000	**45,427**	**15,151**	**41469000**	**17197×10^{11}**
660,4000	45,400	15,142	41494000	17217×10^{11}
661,0000	**45,359**	**15,128**	**41532000**	**17249×10^{11}**
661,8500	45,300	15,119	41585000	17293×10^{11}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
662,0000	**45,290**	**15,116**	**41605000**	**17301×10¹¹**
663,0000	**45,222**	**15,083**	**41658000**	**17353×10¹¹**
663,3200	45,200	15,075	41678000	17370×10¹¹
664,0000	**45,154**	**15,060**	**41720000**	**17406×10¹¹**
664,7900	45,100	15,042	41770000	17447×10¹¹
665,0000	**45,091**	**15,038**	**41794000**	**17469×10¹¹**
666,0000	**45,018**	**15,015**	**41846000**	**17511×10¹¹**
666,2600	45,000	15,009	41863000	17525×10¹¹
667,0000	**44,951**	**14,993**	**41909000**	**17564×10¹¹**
667,7500	44,900	14,975	41956000	17603×10¹¹
668,0000	**44,883**	**14,970**	**41972000**	**17616×10¹¹**
669,0000	**44,816**	**14,946**	**42035000**	**17679×10¹¹**
669,2400	44,800	14,942	42050000	17681×10¹¹
670,0000	**44,749**	**14,925**	**42097000**	**17722×10¹¹**
670,7400	44,700	14,909	42144000	17761×10¹¹
671,0000	**44,688**	**14,903**	**42160000**	**17775×10¹¹**
672,0000	**44,616**	**14,881**	**42223000**	**17838×10¹¹**
672,2400	44,600	14,875	42238000	17841×10¹¹
673,0000	**44,550**	**14,856**	**42286000**	**17881×10¹¹**
673,7500	44,500	14,842	42333000	17921×10¹¹
674,0000	**44,484**	**14,837**	**42349000**	**17934×10¹¹**
675,0000	**44,418**	**14,815**	**42412000**	**17987×10¹¹**
675,2700	44,400	14,809	42428000	18002×10¹¹
676,0000	**44,352**	**14,803**	**42474000**	**18041×10¹¹**
676,8200	44,300	14,776	42524000	18083×10¹¹
677,0000	**44,287**	**14,771**	**42537000**	**18094×10¹¹**
678,0000	**44,221**	**14,749**	**42600000**	**18148×10¹¹**
678,3200	44,200	14,742	42620000	18166×10¹¹
679,0000	**44,156**	**14,738**	**42663000**	**18201×10¹¹**
679,8600	44,100	14,709	42717000	18247×10¹¹
680,0000	**44,091**	**14,706**	**42726000**	**18255×10¹¹**
681,0000	**44,026**	**14,684**	**42788000**	**18308×10¹¹**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
681,4100	44,000	14,679	42814000	18339×10^{11}
682,0000	**43,962**	**14,663**	**42851000**	**18362×10^{11}**
682,9600	43,900	14,642	42912000	18414×10^{11}
683,0000	**43,897**	**14,641**	**42914000**	**18416×10^{11}**
684,0000	**43,833**	**14,620**	**42977000**	**18470×10^{11}**
684,5200	43,800	14,609	43010000	18498×10^{11}
685,0000	**43,769**	**14,599**	**43040000**	**18524×10^{11}**
686,0000	**43,710**	**14,577**	**43103000**	**18579×10^{11}**
686,0800	43,700	14,576	43108000	18583×10^{11}
687,0000	**43,642**	**14,566**	**43165000**	**18632×10^{11}**
687,6600	43,600	14,542	43207000	18668×10^{11}
688,0000	**43,579**	**14,535**	**43228000**	**18687×10^{11}**
689,0000	**43,515**	**14,514**	**43291000**	**18741×10^{11}**
689,2400	43,500	14,509	43306000	18754×10^{11}
690,0000	**43,452**	**14,493**	**43364000**	**18806×10^{11}**
690,8300	43,400	14,475	43406000	18841×10^{11}
691,0000	**43,390**	**14,472**	**43417000**	**18850×10^{11}**
692,0000	**43,327**	**14,451**	**43480000**	**18905×10^{11}**
692,4300	43,300	14,442	43506000	18928×10^{11}
693,0000	**43,264**	**14,430**	**43542000**	**18960×10^{11}**
694,0000	**43,202**	**14,409**	**43605000**	**19014×10^{11}**
694,0300	43,200	14,408	43607000	19017×10^{11}
695,0000	**43,140**	**14,398**	**43668000**	**19069×10^{11}**
695,5700	43,100	14,375	43708000	19104×10^{11}
696,0000	**43,077**	**14,368**	**43731000**	**19124×10^{11}**
697,0000	**43,016**	**14,347**	**43794000**	**19179×10^{11}**
697,2600	43,000	14,343	43810000	19193×10^{11}
698,0000	**42,954**	**14,337**	**43867000**	**19244×10^{11}**
698,8800	42,900	14,309	43912000	19283×10^{11}
699,0000	**42,893**	**14,306**	**43919000**	**19289×10^{11}**
700,0000	**42,831**	**14,286**	**43982000**	**19344×10^{11}**
700,5100	42,800	14,275	44014000	19373×10^{11}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
701,0000	**42,770**	**14,265**	**44045000**	**19399×10¹¹**
702,0000	**42,710**	**14,245**	**44108000**	**19455×10¹¹**
702,1500	42,700	14,242	44118000	19464×10¹¹
703,0000	**42,679**	**14,235**	**44171000**	**19511×10¹¹**
703,8000	42,600	14,208	44221000	19555×10¹¹
704,0000	**42,588**	**14,205**	**44234000**	**19566×10¹¹**
705,0000	**42,528**	**14,185**	**44296000**	**19622×10¹¹**
705,4600	42,500	14,175	44325000	19647×10¹¹
706,0000	**42,467**	**14,164**	**44359000**	**19677×10¹¹**
707,0000	**42,407**	**14,144**	**44422000**	**19733×10¹¹**
707,1200	42,400	14,142	44430000	19740×10¹¹
708,0000	**42,347**	**14,124**	**84485000**	**19789×10¹¹**
708,7900	42,300	14,109	44535000	19834×10¹¹
709,0000	**42,288**	**14,104**	**44548000**	**19845×10¹¹**
710,0000	**42,228**	**14,084**	**44611000**	**19901×10¹¹**
710,4700	42,200	14,079	44641000	19927×10¹¹
711,0000	**42,169**	**14,075**	**44672000**	**19967×10¹¹**
712,0000	**42,110**	**14,046**	**44736000**	**20013×10¹¹**
712,1600	42,100	14,042	44746000	20022×10¹¹
713,0000	**42,050**	**14,025**	**44799000**	**20065×10¹¹**
713,8600	42,000	14,008	44853000	20118×10¹¹
714,0000	**41,992**	**14,006**	**44862000**	**20126×10¹¹**
715,0000	**41,933**	**13,984**	**44925000**	**20182×10¹¹**
715,5800	41,900	13,975	44960000	20214×10¹¹
716,0000	**41,874**	**13,967**	**44988000**	**20249×10¹¹**
717,0000	**41,816**	**13,947**	**45050000**	**20295×10¹¹**
717,2700	41,800	13,942	45018000	20311×10¹¹
718,0000	**41,758**	**13,928**	**45113000**	**20352×10¹¹**
719,0000	**41,700**	**13,908**	**45176000**	**20408×10¹¹**
720,0000	**41,642**	**13,889**	**45239000**	**20476×10¹¹**
720,7200	41,600	13,875	45284000	20496×10¹¹
721,0000	**41,584**	**13,870**	**45302000**	**20503×10¹¹**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-5} sec.	ω	ω^2
722,0000	**41,526**	**13.850**	**45365000**	**20579×10¹¹**
722,4600	41,500	13,840	45393000	20606×10¹¹
723,0000	**41,469**	**13,831**	**45427000**	**20637×10¹¹**
724,0000	**41.411**	**13.812**	**45490000**	**20694×10¹¹**
724,2000	41,400	13,808	45503000	20705×10¹¹
725.0000	**41,354**	**13,793**	**45553000**	**20751×10¹¹**
725,9500	41,300	13,785	45613000	20805×10¹¹
726,0000	**41,298**	**13,784**	**45616000**	**20808×10¹¹**
727 0000	**41,241**	**13,755**	**45679000**	**20865×10¹¹**
727,7200	41,200	13,742	45724000	20907×10¹¹
728,0000	**41,184**	**13,736**	**45742000**	**20923×10¹¹**
729,0000	**41,128**	**13,717**	**45804000**	**20980×10¹¹**
729,4900	41,100	13,708	45836000	21009×10¹¹
730,0000	**41,071**	**13,699**	**45876000**	**21048×10¹¹**
731,0000	**41,015**	**13,680**	**45930000**	**21096×10¹¹**
731,2700	41,000	13,675	45947000	21063×10¹¹
732,0000	**40,950**	**13,661**	**45993000**	**21153×10¹¹**
733,0000	**40,903**	**13,642**	**46056000**	**21211×10¹¹**
733,0600	40,900	13,640	46059000	21214×10¹¹
734,0000	**40,847**	**13,624**	**46119000**	**21269×10¹¹**
734,8500	40,800	13,608	46172000	21324×10¹¹
735,0000	**40,792**	**13,605**	**46181000**	**21327×10¹¹**
736,0000	**40,737**	**13,597**	**46243000**	**21384×10¹¹**
736,6600	40,700	13,575	46296000	21423×10¹¹
737,0000	**40,681**	**13,569**	**46307000**	**21444×10¹¹**
738.0000	**40,626**	**13,550**	**46370000**	**21502×10¹¹**
738,4700	40,600	13,540	46400000	**21529×10¹¹**
739,0000	**40,571**	**13,532**	**46433000**	**21560×10¹¹**
740.0000	**40,516**	**13,510**	**46496000**	**21618×10¹¹**
740,3000	40,500	13,508	46514000	21636×10¹¹
741,0000	**40,462**	**13,495**	**46558000**	**21677×10¹¹**
742,0000	**40,407**	**13,477**	**46621000**	**21735×10¹¹**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
742,1300	40,400	13,475	46629000	21743×10^{11}
743,0000	**40,353**	13,469	**46684000**	**21794×10^{11}**
743,9500	40,300	13,442	46745000	21851×10^{11}
744,0000	**40,298**	**13,441**	**46747000**	**21853×10^{11}**
745,0000	**40,244**	**13,423**	**46810000**	**21911×10^{11}**
745,8200	40,200	13,408	46861000	21959×10^{11}
746,0000	**40,190**	**13,405**	**46873000**	**21970×10^{11}**
747,0000	**40,137**	**13,387**	**46935000**	**22030×10^{11}**
747,6800	40,100	13,375	46978000	22069×10^{11}
748,0000	**40,083**	**13,369**	**46999000**	**22098×10^{11}**
749,0000	**40,029**	**13,351**	**47061000**	**22147×10^{11}**
749,5500	40,000	13,341	47096000	22180×10^{11}
750,0000	**39,976**	**13,333**	**47124000**	**22207×10^{11}**
751,0000	**39,923**	**13,315**	**47186000**	**22266×10^{11}**
751,4300	39,900	13,308	47214000	22291×10^{11}
752,0000	**39,870**	**13,298**	**47250000**	**22325×10^{11}**
753,0000	**39,817**	**13,280**	**47312000**	**22385×10^{11}**
753,3100	39,800	13,275	47332000	22403×10^{11}
754,0000	**39,764**	**13,262**	**47375000**	**22444×10^{11}**
755,0000	**39,711**	**13,255**	**47438000**	**22504×10^{11}**
755,2200	39,700	13,241	47451000	22516×10^{11}
756,0000	**39,659**	**13,227**	**47501000**	**22563×10^{11}**
757,0000	**39,606**	**13,210**	**47564000**	**22623×10^{11}**
757,1200	39,600	13,208	47571000	22630×10^{11}
758,0000	**39,554**	**13,193**	**47626000**	**22683×10^{11}**
759,0000	**39,502**	**13,175**	**47689000**	**22743×10^{11}**
759,0400	39,500	13,174	47692000	22745×10^{11}
760,0000	**39,450**	**13,168**	**47752000**	**22802×10^{11}**
760,9600	39,400	13,142	47813000	22861×10^{11}
761,0000	**39,398**	**13,141**	**47815000**	**22863×10^{11}**
762,0000	**39,346**	**13,136**	**47878000**	**22923×10^{11}**
762,9000	39,300	13,108	47934000	22977×10^{11}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
763,0000	**39,295**	**13,106**	**47941000**	**22983×10^{11}**
764,0000	**39,243**	**13,089**	**48003000**	**23042×10^{11}**
764,8500	39,200	13,074	48057000	23094×10^{11}
765,0000	**39,192**	**13,072**	**48066000**	**23104×10^{11}**
766,0000	**39,145**	**13,055**	**48129000**	**23164×10^{11}**
766,8000	39,100	13,041	48180000	23213×10^{11}
767,0000	**39,090**	**13,038**	**48192000**	**23225×10^{11}**
768,0000	**39,039**	**13,021**	**48255000**	**23296×10^{11}**
768,7700	39,000	13,008	48303000	23332×10^{11}
769,0000	**38,988**	**13,004**	**48318000**	**23346×10^{11}**
770,0000	**38,938**	**12 987**	**48381000**	**23407×10^{11}**
770,9600	38,900	12,974	48427000	23452×10^{11}
771,0000	**38,887**	**12,970**	**48443000**	**23468×10^{11}**
772,0000	**38,837**	**12,953**	**48506000**	**23529×10^{11}**
772,7300	38,800	12,941	48552000	23573×10^{11}
773,0000	**38,787**	**12,937**	**48569000**	**23589×10^{11}**
774,0000	**38,737**	**12,920**	**48632000**	**23651×10^{11}**
774,7300	38,700	12,908	48677000	23695×10^{11}
775,0000	**38,686**	**12,903**	**48695000**	**23712×10^{11}**
776,0000	**38,636**	**12,897**	**48768000**	**23773×10^{11}**
776,7400	38,600	12,874	48804000	23818×10^{11}
777,0000	**38,587**	**12,870**	**48820000**	**23835×10^{11}**
778,0000	**38,537**	**12,863**	**48883000**	**23896×10^{11}**
778,7500	38,500	12,842	48931000	23942×10^{11}
779,0000	**38,488**	**12,837**	**48946000**	**23957×10^{11}**
780,0000	**38,438**	**12,821**	**49009000**	**24018×10^{11}**
780,7800	38,400	12,808	49058000	24067×10^{11}
781,0000	**38,389**	**12,804**	**49072000**	**24080×10^{11}**
782,0000	**38,340**	**12,788**	**49134000**	**24141×10^{11}**
782,8200	38,300	12,774	49186000	24193×10^{11}
783,0000	**38,291**	**12,771**	**49197000**	**24204×10^{11}**
784,0000	**38,242**	**12,755**	**49260000**	**24266×10^{11}**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
784,8700	38,200	12,741	49315000	24319×10^{11}
785,0000	**38,194**	**12,749**	**49323000**	**24338×10^{11}**
786,0000	**38,145**	**12,723**	**49386000**	**24390×10^{11}**
786,9300	38,100	12,708	49444000	24447×10^{11}
787,0000	**38,097**	**12,707**	**49449000**	**24452×10^{11}**
788,0000	**38,048**	**12,690**	**49512000**	**24514×10^{11}**
789,0000	**38,000**	**12,674**	**49574000**	**24576×10^{11}**
790,0000	**37,956**	**12,658**	**49637000**	**24638×10^{11}**
791,0000	**37,904**	**12,642**	**49700000**	**24701×10^{11}**
791,0800	37,900	12,641	49705000	24706×10^{11}
792,0000	**37,860**	**12,626**	**49763000**	**24763×10^{11}**
793,0000	**37,808**	**12,610**	**49826000**	**24826×10^{11}**
793,1700	37,800	12,608	49837000	24836×10^{11}
794,0000	**37,761**	**12,595**	**49899000**	**24899×10^{11}**
795,0000	**37,713**	**12,579**	**49951000**	**24951×10^{11}**
795,2600	37,700	12,574	49969000	24969×10^{11}
796,0000	**37,666**	**12,563**	**50014000**	**25014×10^{11}**
797,0000	**37,619**	**12,547**	**50077000**	**25077×10^{11}**
797,4000	37,600	12,541	50102000	25102×10^{11}
798,0000	**37,571**	**12,531**	**50140000**	**25140×10^{11}**
799,0000	**37,524**	**12,516**	**50203000**	**25203×10^{11}**
799,5200	37,500	12,510	50235000	25236×10^{11}
800,0000	**37,477**	**12,500**	**50266000**	**25266×10^{11}**
801,0000	**37,431**	**12,484**	**50328000**	**25329×10^{11}**
801,6500	37,400	12,474	50369000	25371×10^{11}
802,0000	**37,384**	**12,469**	**50391000**	**25393×10^{11}**
803,0000	**37,338**	**12,453**	**50454000**	**25456×10^{11}**
803,8100	37,300	12,441	50505000	25507×10^{11}
804,0000	**37,291**	**12,438**	**50517000**	**25520×10^{11}**
805,0000	**37,245**	**12,423**	**50580000**	**25583×10^{11}**
805,9700	37,200	12,408	50640000	25644×10^{11}
806,0000	**37,198**	**12,407**	**50643000**	**25657×10^{11}**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
807,0000	37,152	12,392	50705000	25710×10^{11}
808,0000	37,106	12,376	50768000	25774×10^{11}
808,1400	37,100	12,374	50789000	25795×10^{11}
809,0000	37,060	12,361	50831000	25838×10^{11}
810,0000	37,057	12,346	50895000	25903×10^{11}
810,5100	37,000	12,338	50914000	25922×10^{11}
811,0000	36,969	12,330	50957000	25966×10^{11}
812,0000	36,924	12,315	51020000	26030×10^{11}
812,5200	36,900	12,307	51052000	26063×10^{11}
813,0000	36,878	12,300	51082000	26094×10^{11}
814,0000	36,833	12,285	51145000	26158×10^{11}
814,7300	36,800	12,274	51191000	26205×10^{11}
815,0000	36,788	12,270	51208000	26222×10^{11}
816,0000	36,743	12,255	51271000	26287×10^{11}
816,9500	36,700	12,241	51330000	26348×10^{11}
817,0000	36,698	12,240	51333000	26352×10^{11}
818,0000	36,653	12,225	51396000	26416×10^{11}
819,0000	36,608	12,210	51459000	26480×10^{11}
819,1800	36,600	12,207	51470000	26492×10^{11}
820,0000	36,563	12,195	51522000	26545×10^{11}
821,0000	36,519	12,180	51585000	26610×10^{11}
821,4200	36,500	12,174	51611000	26637×10^{11}
822,0000	36,474	12,165	51658000	26675×10^{11}
823,0000	36,430	12,150	51710000	26740×10^{11}
823,6800	36,400	12,141	51754000	26784×10^{11}
824,0000	36,386	12,136	51773000	26805×10^{11}
825,0000	36,342	12,121	51837000	26870×10^{11}
825,9500	36,300	12,107	51896000	26932×10^{11}
826,0000	36,298	12,106	51899000	26935×10^{11}
827,0000	36,254	12,092	51962000	27001×10^{11}
828,0000	36,210	12,077	52025000	27066×10^{11}
828,2300	36,200	12,074	52039000	27081×10^{11}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in $\cdot 10^{-8}$ sec.	ω	ω^2
829,0000	**36,166**	**12,063**	**52088000**	**27131×10^{11}**
830,0000	**36,123**	**12,048**	**52150000**	**27197×10^{11}**
830,5200	36,100	12,040	52183000	27230×10^{11}
831,0000	**36,079**	**12,034**	**52213000**	**27262×10^{11}**
832,0000	**36,036**	**12,019**	**52276000**	**27328×10^{11}**
832,8300	36,000	12,007	52336000	27382×10^{11}
833,0000	**35,993**	**12,005**	**52339000**	**27394×10^{11}**
834,0000	**35,950**	**11,991**	**52402000**	**27460×10^{11}**
835,0000	**35,907**	**11,976**	**52465000**	**27525×10^{11}**
835,1500	35,900	11,974	52474000	27535×10^{11}
836,0000	**35,863**	**11,962**	**52527000**	**27591×10^{11}**
837,0000	**35,821**	**11,947**	**52590000**	**27658×10^{11}**
837,4800	35,800	11,941	52621000	27689×10^{11}
838,0000	**35,778**	**11,933**	**52653000**	**27723×10^{11}**
839,0000	**35,734**	**11,929**	**52716000**	**27790×10^{11}**
839,8300	35,700	11,907	52768000	27846×10^{11}
840,0000	**35,693**	**11,905**	**52779000**	**27856×10^{11}**
841,0000	**35,650**	**11,891**	**52843000**	**27922×10^{11}**
842,0000	**35,608**	**11,876**	**52904000**	**27989×10^{11}**
842,1900	35,600	11,874	52916000	28001×10^{11}
843,0000	**35,570**	**11,862**	**52977000**	**28065×10^{11}**
844,0000	**35,524**	**11,848**	**53030000**	**28122×10^{11}**
844,4000	35,500	11,840	53066000	28159×10^{11}
845,0000	**35,482**	**11,834**	**53093000**	**28199×10^{11}**
846,0000	**35,440**	**11,821**	**53156000**	**28255×10^{11}**
846,9500	35,400	11,807	53215000	28319×10^{11}
847,0000	**35,398**	**11,806**	**53229000**	**28322×10^{11}**
848,0000	**35,356**	**11,793**	**53281000**	**28389×10^{11}**
849,0000	**35,315**	**11,788**	**53344000**	**28456×10^{11}**
849,4000	35,300	11,773	53369000	28483×10^{11}
850,0000	**35,273**	**11,765**	**53407000**	**28523×10^{11}**
851,0000	**35,231**	**11,751**	**53470000**	**28590×10^{11}**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
851,7600	35,200	11,740	53518000	28639×10^{11}
852,0000	**35,190**	**11,737**	**53533000**	28657×10^{11}
853,0000	**35,149**	**11,733**	**53596000**	28725×10^{11}
854,0000	**35,108**	**11,710**	**53658000**	28792×10^{11}
854,1900	35,100	11,707	53670000	28805×10^{11}
855,0000	**35,067**	**11,706**	**53721000**	28860×10^{11}
856,0000	**35,026**	**11,682**	**53784000**	28927×10^{11}
856,6300	35,000	11,674	53824000	28970×10^{11}
857,0000	**34,985**	**11,669**	**53847000**	28995×10^{11}
858,0000	**34,944**	**11,655**	**53910000**	29063×10^{11}
859,0000	**34,903**	**11,652**	**53973000**	29130×10^{11}
859,0800	34,900	11,640	53978000	29136×10^{11}
860,0000	**34,863**	**11,628**	**54035000**	29198×10^{11}
861,0000	**34,822**	**11,614**	**54098000**	29266×10^{11}
861,5500	34,800	11,607	54133000	29308×10^{11}
862,0000	**34,782**	**11,601**	**54161000**	29334×10^{11}
863,0000	**34,742**	**11,587**	**54224000**	29402×10^{11}
864,0000	**34,701**	**11,574**	**54287000**	29470×10^{11}
864,0300	34,700	11,573	54289000	29473×10^{11}
865,0000	**34,665**	**11,561**	**54350000**	29539×10^{11}
866,0000	**34,621**	**11,547**	**54412000**	29607×10^{11}
866,5300	34,600	11,540	54446000	29643×10^{11}
867,0000	**34,581**	**11,534**	**54476000**	29675×10^{11}
868,0000	**34,542**	**11,521**	**54538000**	29744×10^{11}
869,0000	**34,502**	**11,508**	**54601000**	29812×10^{11}
869,0400	34,500	11,500	54607000	29816×10^{11}
870,0000	**34,462**	**11,494**	**54664000**	29881×10^{11}
871,0000	**34,423**	**11,481**	**54727000**	29950×10^{11}
871,5700	34,400	11,474	54762000	29989×10^{11}
872,0000	**34,383**	**11,468**	**54789000**	30019×10^{11}
873.0000	**34,344**	**11,455**	**54852000**	30088×10^{11}
874,0000	**34,320**	**11,441**	**54915000**	30157×10^{11}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
874,1100	34,300	11,440	54922000	30164×10^{11}
875,0000	34,265	11,428	54978000	30226×10^{11}
876.0000	34,226	11,415	55041000	30295×10^{11}
876,6600	34,200	11,407	55082000	30341×10^{11}
877,0000	34,187	11,403	55103000	30364×10^{11}
878,0000	34,148	11,390	55166000	30433×10^{11}
879,0000	34,109	11,387	55229000	30503×10^{11}
879,2400	34,100	11,374	55244000	30519×10^{11}
880,0000	34,070	11,364	55292000	30572×10^{11}
881,0000	34,032	11,361	55355000	30641×10^{11}
881,8200	34,000	11,340	55407000	30699×10^{11}
882,0000	33,993	11,338	55418000	30711×10^{11}
883,0000	33,955	11,325	55480000	30781×10^{11}
884,0000	33,916	11,312	55543000	30851×10^{11}
884,7000	33,900	11,304	55570000	30880×10^{11}
885,0000	33,878	11,299	55606000	30921×10^{11}
886,0000	33,840	11,287	55669000	30990×10^{11}
887,0000	33,804	11,284	55732000	31060×10^{11}
887,0400	33,800	11,273	55734000	31063×10^{11}
888,0000	33,763	11,261	55795000	31131×10^{11}
889,0000	33,725	11,259	55858000	31201×10^{11}
889,6700	33,700	11,240	55900000	31212×10^{11}
890,0000	33,688	11,236	55928000	31271×10^{11}
891,0000	33,650	11,223	55983000	31341×10^{11}
892,0000	33,612	11,211	56046000	31411×10^{11}
892,2100	33,600	11,208	56059000	31426×10^{11}
893,0000	33,574	11,198	56119000	31482×10^{11}
894,0000	33,537	11,186	56172000	31563×10^{11}
895,0000	33,503	11,173	56234000	31622×10^{11}
896,0000	33,460	11,160	56297000	31694×10^{11}
897,0000	33,425	11,158	56366000	31765×10^{11}
897,6600	33,400	11,140	56402000	31812×10^{11}

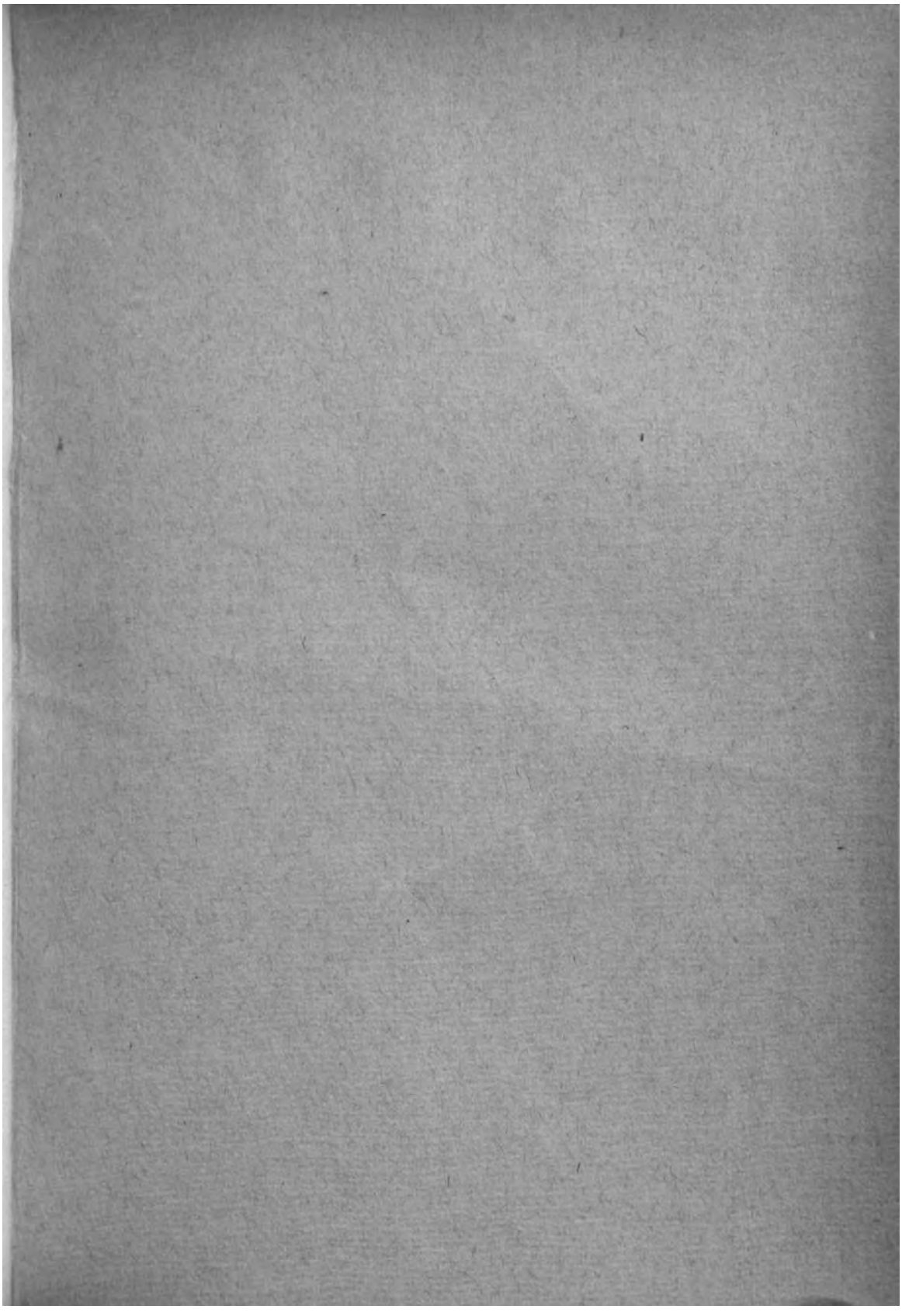
f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
898,0000	33,387	11,136	56423000	31836×10^{11}
899,0000	33,351	11,123	56486000	31906×10^{11}
900,0000	33,313	11,111	56549000	31977×10^{11}
900,3600	33,300	11,107	56571000	32002×10^{11}
901,0000	33,284	11,099	56611000	32049×10^{11}
902,0000	33,239	11,086	56674000	32120×10^{11}
903,0000	33.203	11,074	56737000	32191×10^{11}
903,0700	33,200	11,073	56741000	32196×10^{11}
904,0000	33,166	11,065	56800000	32262×10^{11}
905,0000	33,119	11,050	56863000	32334×10^{11}
905,8000	33,100	11,040	56913000	32391×10^{11}
906,0000	33,093	11,037	56926000	32405×10^{11}
907,0000	33,056	11,025	56988000	32477×10^{11}
908,0000	33,020	11,013	57051000	32548×10^{11}
908,5500	33,000	11,006	57085000	32588×10^{11}
909,0000	32,984	11,001	57114000	32620×10^{11}
910,0000	32,947	10,989	57177000	32692×10^{11}
911,0000	32,911	10,977	57240000	32764×10^{11}
911,3100	32,900	10,971	57259000	32786×10^{11}
912,0000	32,875	10,965	57303000	32836×10^{11}
913,0000	32,839	10,953	57365000	32908×10^{11}
914,0000	32,803	10,941	57428000	32980×10^{11}
914,0800	32,800	10,940	57473000	33032×10^{11}
915,0000	32,767	10,929	57491000	33052×10^{11}
916,0000	32,732	10,927	57554000	33125×10^{11}
916,8800	32,700	10,907	57609000	33188×10^{11}
917,0000	32,696	10,905	57617000	33197×10^{11}
918,0000	32,660	10,893	57680000	33279×10^{11}
919,0000	32,625	10,881	57742000	33342×10^{11}
919,6900	32,600	10,873	57786000	33392×10^{11}
920,0000	32,589	10,870	57805000	33414×10^{11}
921,0000	32,554	10,858	57868000	33487×10^{11}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
922,0000	**32,519**	**10,846**	**57931000**	**33560×10^{11}**
922,5200	32,500	10,840	57964000	33598×10^{11}
923,0000	**32,483**	**10,834**	**57994000**	**33633×10^{11}**
924,0000	**32,448**	**10,822**	**58057000**	**33706×10^{11}**
925,0000	**32,413**	**10,811**	**58119000**	**33779×10^{11}**
925,3700	32,400	10,807	58142000	33806×10^{11}
926,0000	**32,378**	**10,799**	**58182000**	**33852×10^{11}**
927,0000	**32,343**	**10,777**	**58245000**	**33925×10^{11}**
928,0000	**32,308**	**10,776**	**58308000**	**33998×10^{11}**
928,2300	32,300	10,773	58323000	34015×10^{11}
929,0000	**32,274**	**10,764**	**58371000**	**34071×10^{11}**
930,0000	**32,239**	**10,753**	**58434000**	**34145×10^{11}**
931,0000	**32,204**	**10,741**	**58496000**	**34218×10^{11}**
931,1200	32,200	10,740	58504000	34227×10^{11}
932,0000	**32,170**	**10,730**	**58559000**	**34292×10^{11}**
933,0000	**32,135**	**10,728**	**58622000**	**34365×10^{11}**
934,0000	**32,101**	**10,707**	**58685000**	**34439×10^{11}**
934,0200	32,100	10,706	58686000	34441×10^{11}
935,0000	**32,066**	**10,695**	**58748000**	**34513×10^{11}**
936,0000	**32,032**	**10,684**	**58811000**	**34587×10^{11}**
936,9400	32,000	10,673	58869000	34656×10^{11}
937,0000	**31,998**	**10,672**	**58873000**	**34661×10^{11}**
938,0000	**31,964**	**10,661**	**58936000**	**34735×10^{11}**
939,0000	**31,930**	**10,650**	**58999000**	**34809×10^{11}**
939,8700	31,900	10,640	59054000	34874×10^{11}
940,0000	**31,896**	**10,638**	**59062000**	**34883×10^{11}**
941,0000	**31,862**	**10,627**	**59124000**	**34957×10^{11}**
942,0000	**31,828**	**10,617**	**59188000**	**35032×10^{11}**
942,8300	31,800	10,606	59240000	35093×10^{11}
943,0000	**31,794**	**10,605**	**59251000**	**35106×10^{11}**
944,0000	**31,760**	**10,603**	**59314000**	**35181×10^{11}**
945,0000	**31,727**	**10,582**	**59376000**	**35255×10^{11}**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
945,8000	31,700	10,573	59427000	35316×10^{11}
946,0000	31,693	10,571	59439000	35330×10^{11}
947,0000	31,660	10,560	59502000	35405×10^{11}
948,0000	31,627	10,558	59565000	35479×10^{11}
948,8000	31,600	10,540	59614000	35539×10^{11}
949,0000	31,593	10,537	59627000	35554×10^{11}
950,0000	31,560	10,526	59690000	35629×10^{11}
951,0000	31,527	10,515	59753000	35704×10^{11}
951,8100	31,500	10,506	59804000	35765×10^{11}
952,0000	31,494	10,504	59816000	35779×10^{11}
953,0000	31,461	10,493	59879000	35855×10^{11}
954,0000	31,428	10,482	59941000	35930×10^{11}
954,8400	31,400	10,478	59994000	35993×10^{11}
955,0000	31,395	10,471	60004000	36005×10^{11}
956,0000	31,362	10,460	60067000	36081×10^{11}
957,0000	31,329	10,459	60130000	36156×10^{11}
957,8900	31,300	10,440	60186000	36224×10^{11}
958,0000	31,297	10,438	60193000	36232×10^{11}
959,0000	31,264	10,437	60255000	36307×10^{11}
960,0000	31,231	10,416	60319000	36383×10^{11}
960,9600	31,200	10,406	60379000	36456×10^{11}
961,0000	31,199	10,400	60382000	36459×10^{11}
962,0000	31,166	10,395	60444000	36535×10^{11}
963,0000	31,134	10,384	60507000	36611×10^{11}
964,0000	31,102	10,374	60570000	36687×10^{11}
964,0500	31,100	10,373	60573000	36691×10^{11}
965,0000	31,069	10,363	60633000	36763×10^{11}
966,0000	31,034	10,362	60696000	36839×10^{11}
967,0000	31,005	10,341	60758000	36916×10^{11}
967,1700	31,000	10,340	60768000	36928×10^{11}
968,0000	30,973	10,331	60821000	36992×10^{11}
969,0000	30,941	10,320	60884000	37079×10^{11}

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
970,0000	**30,909**	**10,319**	**60947000**	**37145×10^{11}**
970,2900	30,900	10,316	61965000	37168×10^{11}
971,0000	**30,887**	**10,299**	**61010000**	**37222×10^{11}**
972,0000	**30,846**	**10,298**	**61073000**	**37299×10^{11}**
973,0000	**30,814**	**10,277**	**61135000**	**37375×10^{11}**
973,4400	30,800	10,273	61163000	37409×10^{11}
974,0000	**30,783**	**10,267**	**61198000**	**37452×10^{11}**
975,0000	**30,751**	**10,256**	**61261000**	**37529×10^{11}**
976,0000	**30,719**	**10,246**	**61324000**	**37606×10^{11}**
976,5000	30,700	10,240	61363000	37653×10^{11}
977,0000	**30,688**	**10,236**	**61387000**	**37683×10^{11}**
978,0000	**30,656**	**10,225**	**61450000**	**37760×10^{11}**
979,0000	**30,625**	**10,214**	**61512000**	**37838×10^{11}**
979,8000	30,600	10,206	61563000	37900×10^{11}
980,0000	**30,594**	**10,204**	**61575000**	**37915×10^{11}**
981,0000	**30,563**	**10,194**	**61638000**	**37992×10^{11}**
982,0000	**30,531**	**10,181**	**61702000**	**38070×10^{11}**
983,0000	**30,501**	**10,174**	**61764000**	**38147×10^{11}**
983,0200	30,500	10,173	61765000	38149×10^{11}
984,0000	**30,470**	**10,163**	**61827000**	**38225×10^{11}**
985,0000	**30,438**	**10,152**	**61889000**	**38303×10^{11}**
986,0000	**30,408**	**10,142**	**61952000**	**38381×10^{11}**
986,0200	30,400	10,141	61968000	38400×10^{11}
987,0000	**30,363**	**10,132**	**62015000**	**38459×10^{11}**
988,0000	**30,346**	**10,121**	**62078000**	**38537×10^{11}**
989,0000	**30,315**	**10,111**	**62141000**	**38615×10^{11}**
989,5000	30,300	10,106	62172000	38653×10^{11}
990,0000	**30,285**	**10,101**	**62204000**	**38693×10^{11}**
991,0000	**30,254**	**10,091**	**62266000**	**38771×10^{11}**
992,0000	**30,210**	**10,081**	**62329000**	**38849×10^{11}**
992,7800	30,200	10,072	62378000	38910×10^{11}
993,0000	**30,193**	**10,070**	**62392000**	**38928×10^{11}**

f in 10^4 cicli	λ in metri	T in 10^{-8} sec.	ω	ω^2
994,0000	30,161	10,060	62455000	39006×10^{11}
995,0000	30,136	10,050	62528000	39095×10^{11}
996,0000	30,103	10,040	62580000	39163×10^{11}
996,0800	30,100	10,039	62585000	39169×10^{11}
997,0000	30,072	10,030	62643000	39242×10^{11}
998,0000	30,042	10,020	62706000	39321×10^{11}
999,0000	30,012	10,010	62769000	39399×10^{11}
999,4000	30,000	10,006	62794000	39431×10^{11}
1000,0000	29,982	10,000	62832000	39478×10^{11}



Anno VI° - N. 3. Novembre 1927-VI. (N. 16 della Raccolta).

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

SERVIZIO RADIOTELEGRAFICO MILITARE

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

SOTTO LA DIREZIONE DEL

Prof. G. VANNI

DIRETTORE DELL'ISTITUTO RADIOTELEGRAFICO ED ELETTROTECNICO

del Genio Militare

ABBONAMENTO.

ANNUO (4 numeri) . . . . . L. 12
UN NUMERO SEPARATO „ 4

Inviare l'importo a mezzo vaglia alla Direzione della Officina R. T. ed E. del Genio Militare, Viale Angelico 19.
ROMA

Roma, Tipo-Lit. Off. R.T. ed E. del Genio Mil.
N. 16 - 1927-VI.

Anno VI° - N. 3. Novembre 1927-VI. N. 16 della Raccolta.

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

SERVIZIO RADIOTELEGRAFICO MILITARE

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

SOTTO LA DIREZIONE DEL

Prof. G. VANNI

DIRETTORE DELL'ISTITUTO RADIOTELEGRAFICO ED ELETTROTECNICO

del Genio Militare

SOMMARIO.

Sen. Prof. O. M. Corbino — La odierna crisi della Fisica.
Prof. A. Lo Surdo — La corrente di saturazione delle valvole termoioniche.
Prof. G. Vanni — Oscillografi in uso presso l'Istituto R. T. Militare.
Cap. A. Tivegna — Mostra Voltiana a Como.
Ten. D. Giliberti — Misura della resistenza interna degli accumulatori.
Comitato Italiano di Radiotelegrafia Scientifica — *Bando di Concorso.*

Tipo-Litografia
dell'Off. R. T. ed E. del Genio Milit.
N. 15 - ROMA 1927-VI.

Anno VI. - N. 3. Novembre 1927. N. 16 della Raccolta

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

DIRETTO DAL PROF. G. VANNI

Direttore dell'Istituto centrale di Radiotelegrafia ed Elettrotecnica del Genio Militare

La odierna crisi della Fisica

Siamo lieti di pubblicare, per cortese autorizzazione dell'autore, la brillante conferenza su " LA ODIERNA CRISI DELLA FISICA „ *tenuta dall'Onorevole Prof. Corbino inaugurandosi la* XXXII[a] *riunione annuale dell'A. E. I. in Como.*

Il risorgere della teoria balistica o corpuscolare della luce all'inizio del secolo XX[o] *ha aperto una crisi profonda nel campo della Fisica per il marcato contrasto che, nel corso degli ultimi dieci anni, è balzato fuori tra la stessa teoria corpuscolare e quella che alla fine del passato secolo sembrava perfetta, vale a dire la teoria elettromagnetica od ondulatoria.*

Il Prof. Corbino ha trattato il difficile argomento con stile impeccabile e con magistrale lucidità in guisa da renderlo accessibile anche a chi non è iniziato agli studi profondi della Fisica corpuscolare.

Riteniamo che la pubblicazione della conferenza (raccolta nel testo stenografico dal Ten. Giliberti Sig. Donato, rappresentante dell'Officina R. T. al XXXII[o] *Congresso dell'A. E. I.) sia di grande utilità agli Ufficiali del Genio per avere una conoscenza sintetica di uno dei più vasti ed attuali problemi della Fisica.*

Precedenti classici.

La seconda metà del secondo decimonono aveva portato alla fisica teorica una sistemazione che sembrava definitiva.

Stabilito il dominio sicuro della termodinamica sulla totalità dei fenonomi fisico-chimici, l'applicazione dei suoi principii costituiva una guida infallibile nella previsione qualitativa e quantitativa dei fatti osservabili. La termodinamica taceva bensì sul meccanismo profondo dei fenomeni; ma altre teorie provvedevano largamente a fornire schemi soddisfacenti per la loro interpretazione: basti ricordare fra tutte la teorie cinetica della materia e la teoria elettromagnetica della luce, a creare le quali si era profuso il genio di Boltzmann e di Maxwell.

Se le teorie apparivano definitavamente stabilite, non perciò ne era cessata la fecondità; e una serie ininter-

rotta di fatti nuovi e di fondamentali applicazioni fioriva nel campo di dominio delle teorie medesime. Così mentre l'Elettrotecnica nasceva e diveniva perfetta in un cinquantennio, i trionfi della Radiotelegrafia Marconiana stupivano il mondo, e nel quadro delle teorie classiche integrate dalla teoria degli elettroni si adattavano man mano i nuovi fenomeni osservati, come i raggi catodici, i raggi X, l'effetto Zeeman, la radioattività. Il successo della teoria classica culminava nei risultati raggiunti con la determinazione della grandezza vera delle molecole, degli atomi e degli elettroni. Il principio fondamentale della teoria cinetica, detto della equipartizione dell'energia, e secondo il quale alle particelle di qualsiasi grandezza spetta la stessa energia cinetica per tutte le possibilità di movimento, appariva verificato a partire dal campo dei grossi nuclei polimolecolari già visibili con un modesto microscopio, fino a quello degli elettroni cui è dovuta la conducibilità elettrica e termica dei metalli. La stessa teoria della relatività apportate, non ostante le radicali innovazioni, a portare nei concetti metafisici di spazio e di tempo, intervenne a integrare più che a sconvolgere le basi della Fisica classica. E in vero, lo avere affermato che le equazioni di Maxwell conservano la loro validità anche nei sistemi in moto, accrebbe la portata sostanziale della teoria elettromagnetica; mentre le ripercussioni della teoria nel campo reale dei fenomeni si limitano a rettifiche quasi sempre impercettibili nei dati numerici delle grandezze fisiche misurate. Altrettanto può dirsi del risultato relativistico che permise di attribuire una massa inerte e gravitazionale all'energia. Epperciò, pur riconoscendo la portata filosofica immensa della teoria di Einstein, può sicuramente affermarsi che la vecchia fisica rimase praticamente in piedi, anche per i relativisti, e anzi su basi più salde.

In tanto spendore di luce e di serenità qualche piccola nube era già in vista sull'orizzonte; la si guardava senza turbamento con la sicurezza che anch'essa si sarebbe dissolta nel fulgido sole delle verità conquistate.

Ebbene, o Signori; quelle nuvolette ormai coprono il cielo di densa e penosa oscurità, squarciata talvolta da lampi abbaglianti di superbo splendore; ma è luce discontinua, incoerente, che acceca e non dà riposo. Sentiamo tutti che l'attuale crisi è provvisoria, ma sentiamo pure che quando tornerà il sereno, non troveremo più il nostro vecchio cielo, col suo aspetto antico, che conoscemmo nell'infanzia della nostra vita scientifica. E al mondo nuovo che sorge, audace e vigoroso, noi ci sentiamo con profondo rammarico sempre più estranei e lontani.

Per onorare la memoria di Alessandro Volta, di cui la vita e l'opera scientifica appartengono ormai al patrimonio culturale di ogni uomo civile, è parso utile all'illustre Presidente dell'Associazione Elettrotecnica Italiana di sostituire alle consuete commemorazioni una rassegna della situazione attuale di qualche capitolo della Fisica Teorica. Nello svolgere l'alto compito

che mi e stato affidato, debbo dichiarare che la esposizione, contro le mie abitudini, non può essere breve, ed in più devo aggiungere che non sarà di facile comprensibilità. Di tutto ciò chiedo venia agli ascoltatori..

Teoria classica e realtà sperimentale.

Il primo urto fra la teoria classica e la realtà sperimentale sorse, come è noto, nello studio della distribuzione dell'energia fra i vari colori della luce bianca. Varia è questa distribuzione per i corpi incandescenti di diversa natura; ma essa diviene unica se i corpi sono chiusi in un involucro uniforme. L'applicazione pura e semplice delle teorie classiche conduce in tal caso a un assurdo; e cioè a un concentramento dell'energia verso i raggi di frequenza più elevata; l'esperienza invece rivela un massimo ad una frequenza intermedia dipendente dalla temperatura.

Riuscì a Planck di trovare teoricamente una formola rappresentativa dell'energia alle varie frequenze del tutto corrispondente all'esperienza. Ma ciò avvenne solo in virtù di una ipotesi singolare: che cioè l'energia media vibratoria dei centri luminosi non sia egualmente ripartita fra tutti i centri di qualunque frequenza, e che inoltre, nel processo dell'emissione, l'energia vibratoria dei centri, anzichè variare con continuità nel tempo e dall'uno all'altro vibratore, muti a salti, o a gradini piccolissimi se la frequenza è bassa, più grandi se la frequenza è maggiore.

I salti o i gradini secondo i quali può bruscamente cambiare l'energia vibratoria dei centri sarebbero così di ampiezza proporzionale alla frequenza della luce emessa: la costante di proporzionalità è la celebre grandezza h di Planck, la cui presenza ci si rivela più tardi in una immensa varietà di fenomeni, cosicchè essa domina ormai tutti i campi della Fisica Moderna. Si intravide così per la prima volta un meccanismo di emissione della luce a scatti, costituito come da piccole esplosioni consecutive dell'atomo, e tali che l'energia emessa ad ogni esplosione è il prodotto della costante h per la frequenza ν.

Un processo analogo deve aver luogo quando l'energia luminosa viene assorbita anzichè emessa dalla materia; e la discontinuità dell'assorbimento, che avviene pure per quanti di grandezza $h\nu$, si manifesterà particolarmente quando ν è molto grande, epperciò, per una data energia assorbita, i quanti di luce assorbita sono abbastanza distanziati fra loro. Si deve ad Einstein l'applicazione di questi concetti ai fenomeni fotoelettrici, cioè alla emissione di elettroni che si produce illuminando un metallo. Effettivamente l'esperienza conferma che l'energia cinetica degli elettroni espulsi corrisponde all'energia $h\nu$ dei quanti di luce assorbiti. La corrispondenza si concreta in un esatto bilancio dell'energia se si tiene conto che l'elettrone, uscendo dal metallo, impiega l'energia del quanto assorbito in parte per acquistare velocità e quindi forza viva, in parte per superare le forze attrattive che lo tengono nel me-

tallo. Le mirabili esperienze di Millikan hanno provato la validità perfetta della formola di Einstein; cosicchè mentre egli potè dedurre un valore numerico esattissimo della costante *h*, riuscì anche a misurare, in base alla formola, il lavoro necessario per estrarre l'elettrone da metalli diversi. Quest'ultima misura è di particolare importanza per l'occasione che oggi ci riunisce nella Patria di Volta. Invero il lavoro di estrazione degli elettroni è diverso per i vari metalli; e la differenza risulta, come dev'essere, eguale all'effetto Volta fra i metalli medesimi. Pertanto solo da pochi anni si è avuta la giustificazione delle idee che guidarono il Volta nella scoperta della pila, e la dimostrazione definitiva che la differenza di potenziale a contatto è una proprietà intrinseca dei metalli, e non dovuta alle azioni chimiche del mezzo ambiente. Questa affermazione di Volta, che era già ripudiata da tutti i Fisici, dopo un secolo di controversie ritorna oggi in onore, e per le conferme che riceve da altri fatti sperimentali e dalle nuove teorie dei metalli, può considerarsi ormai come una verità irrevocabilmente accertata.

Problemi nuovi.

Stabilito così che l'energia raggiante viene emessa ed assorbita dalla materia non in modo continuo ma per *quanti staccati,* due problemi s'imponevano ai cultori della Fisica teorica:

1° - Si può giustificare l'emissione e l'assorbimento della luce per quanti da parte della materia con una conveniente immagine della costituzione dell'atomo?

2° - L'energia raggiante che rivela il processo quantistico, cioè discontinuo, nella fase di emissione e di assorbimento, conserva questa struttura corpuscolare viaggiando dalla sorgente al ricevitore, ovvero nel viaggio possiede la forma di onde voluta dalla teoria elettromagnetica della luce?

Il primo quesito, relativo alla costituzione dell'atomo capace di giustificare i particolari dell'emissione e dell'assorbimento, ha dato luogo ad una delle concezioni più grandiose e feconde della filosofia naturale, e cioè alla teoria di Bohr. L'atomo risulta da un centro puntiforme carico positivamente, circondato da uno sciame di elettroni turbinanti intorno al centro. Il numero di questi elettroni caratterizza il posto occupato dall'atomo nella serie di Mendeleieff degli elementi chimici: uno per l'idrogeno, 92 per l'uranio.

Fra tutte le infinite configurazioni cinematiche di un così complesso sistema, quali sarebbero concepibili in virtù della legge coulombiana delle attrazioni elettriche, solo alcune in numero limitate ne esistono effettivamente; e l'atomo vi resta indefinitamente, senza irradiare energia, malgrado il fantastico groviglio dei campi elettromagnetici, creati dal movimento elettronico. In ciascuno di questi assetti stabili, detti stati quantici, la energia totale del sistema atomico ha un valore caratteristico dello stato medesimo. Allo stato di minore energia corrisponde la maggiore stabilità; è il così detto stato non eccitato,

o fondamentale. L'urto con un altro sistema o l'arrivo di energia luminosa provoca il passaggio da uno stato minore ad uno stato di maggiore energia, o come si dice di maggiore eccitazione. In questa modificazione dell'atomo l'energia viene assorbita per quanti e non in modo continuo. Alla sua volta l'atomo eccitato può passare spontaneamente ad uno stato di minore livello energetico, emettendo l'eccesso di energia, e l'emissione dà luogo a una luce di frequenza pari al quoziente fra le variazioni di energia e la costante *h* di Planck.

Questa teoria, sviluppata ampiamente nelle sue più lontane conseguenze, ha avuto nel campo dei fenomeni spettroscopici un successo paragonabile solo a quello riportato dalla legge dell'attrazione universale nella meccanica celeste. La infinita e prima indecifrabile massa delle osservazioni sperimentali sulle righe spettrali ha ottenuto una sistemazione completa e definitiva che appare prodigiosa. Dalle particolarità più minute e relativamente semplici dello spettro dell'idrogeno, a quelle più complesse dello spettro dei metalli alcalini e degli alcalino terrosi, e perfino all'inestricabile groviglio delle righe del ferro; dall'azione del campo magnetico sull'emissione delle righe spettrali a quella del campo elettrico che era imprevedibile e inspiegabile con la teoria classica; dagli spettri di bande alle particolarità più minute degli spettri dei raggi X caratteristici dei vari elementi; tutto rientra senza urti e senza forzature, e con esattezza dei valori numerici quasi astronomica, nella costruzione teorica che il Bohr e il Sommerfeld e i loro numerosi seguaci hanno saputo edificare.

Ne è risultata anche una teoria della distribuzione degli elettroni fra le varie corteccie dell'atomo che rende perfettamente conto delle misteriose ricorrenze nel sistema periodico degli elementi, e quindi delle varie proprietà chimiche degli elementi medesimi. Contemporaneamente le belle esperienze del Franck e dei suoi allievi sugli urti anelastici degli elettroni contro gli atomi nei tubi a scarica elettronica, e sul conseguente eccitamento a sbalzi successivi dell'atomo, confermavano i fondamenti della teoria del Bohr nel processo di assorbimento di energia da parte di un atomo per urto anzichè per eccitamento luminoso.

Tutto questo complesso armonico e coerente di fatti e teorie, che sembra il risultato di fatiche di secoli, mentre è l'opera di appena un decennio, è però subordinato a uno scardinamento radicale della Fisica classica.

Nel vecchio schema gli elettroni ruotanti nell'atomo emettono energia raggiante di frequenza eguale alla frequenza del moto elettronico, come in acustica le onde sonore sono sincrone col moto vibratorio del diapason che le produce. Invece nella nuova teoria gli elettroni possono turbinare nell'atomo indefinitivamente, senza creare intorno a sè un campo elettromagnetico variabile, e quindi senza emettere luce; e solo quando una specie di cataclisma insorge nell'atomo e lo fa passare da una configurazione cinematica ad un'altra di minore energia, solo allora la

luce viene emessa, con un meccanismo ignoto; e la luce emessa non è più sincrona col moto degli elettroni durante il passaggio, ma è una luce pura, sinusoidale, la cui frequenza è legata soltanto alla variazione totale dell'energia atomica fra lo stato iniziale e lo stato finale.

Si può da questo immaginare il fastidio profondo che queste teorie devono avere apportato nelle menti di coloro che si erano abituati da tempo a concepire il mondo nella sua immagine elettromagnetica.

Ma nonostante il disagio della rinuncia al meccanismo elettromagnetico dell'emissione, rinuncia imposta dai successi della teoria di Bohr, ci eravamo almeno adagiati come in atteggiamento di riposo sul processo di propagazione della luce. Dicevamo, cioè: sia qualsivoglia il mistero della emissione e dell'assorbimento della luce: sia qualsivoglia il meccanismo col quale la luce nasce e poi muore; ma finchè è viva, finchè è luce, essa è nelle onde di Maxwell.

La rivoluzione delle nuove scoperte.

Ebbene, o Signori; non c'è pace nemmeno in questo rifugio modesto. Il ciclone rinnovatore investe e distrugge anche questa ultima oasi di riposo, e ancora adesso la demolizione avviene non per sostituzione di teorie più soddisfacenti, ma per la scoperta di nuovi fatti che con la vecchia teoria sono inconciliabili.

Pensate ad un sasso gettato sull'acqua tranquilla di un lago. L'onda che parte dal punto colpito e si dilata uniformemente tutto intorno, potrà investire dei galleggianti distribuiti a distanza e metterli in moto. Ma l'energia di moto di tutti i galleggianti colpiti contemporaneamente deriva sempre dall'energia del sasso caduto. Che direste voi se fra tutti i galleggianti distribuiti intorno al centro uno ed uno soltanto entrasse in movimento e prendesse per sè e per sè solo la intera energia del sasso eccitatore?

Orbene: appunto nello studio dei fenomeni luminosi, quando si è potuto seguire da vicino il processo ultramicroscopico elementare dell'assorbimento della luce, si è dovuto concludere che in un punto isolato della presupposta onda luminosa si trova concentrata tutta l'energia che secondo la concezione Maxwelliana noi pensavamo distribuita nell'intera onda. Successivamente i punti colpiti mutano di posto, ma ognuno prende per sè, ogni volta, la totalità dell'energia. E così la luce viaggia come se fosse costituita da proiettili puntiformi, non come onda a distribuzione continua di energia. Se la luce si propagasse per onde, occorrerebbe immaginare che dove essa è ricevuta dalla materia, l'energia si concentra, di colpo, solo nel punto di ricezione, come avverrebbe di una bolla di sapone che rotta in un punto concentra tutto il suo liquido in una piccola goccia. È certo più semplice pensare ai proiettili discontinui emessi in tutte le direzioni e che colpiscono perciò successivamente e indipendentemente i vari punti della superficie investita.

Questi proiettili sono dunque simili

a quelli immaginati da Newton nella teoria della emissione. L'energia trasportata da ciascuno sarebbe il prodotto della costante h per la frequenza ν. Ciò che noi chiamiamo frequenza, e cioè il numero di oscillazioni al secondo dell'onda, sarebbe invece la misura del contenuto di energia cinetica del corpuscolo; e poichè tutti hanno la stessa velocità, il contenuto diverso di frequenza nei quanti sarebbe connesso alla loro massa maggiore o minore. I corpuscoli del violetto sarebbero cioè più pesanti del corpuscolo del rosso; e ventimila volte più pesanti di questi sarebbero i corpuscoli dei raggi X.

Se un proiettile viene assorbito, l'atomo che lo assorbe guadagna l'energia: $\varepsilon = h\,\nu$

Se un elettrono sfugge dall'atomo per l'urto di un proiettile o come si dice di un quanto di luce, esso riceve l'energia $h\,\nu$.

Può talvolta avvenire che l'energia del quanto non sia interamente assorbita ma si scinda in due parti; una conquistata dall'elettrone che rimbalza, l'altra che resta nel quanto di luce; e poichè quella che resta è minore della primitiva che il quanto possedeva, la diminuita energia del quanto dovrà corrispondere ad un ν più piccolo. Così dall'urto di un quanto di luce con un elettrone può nascere un quanto di frequenza minore, cioè luce spostata nello spettro verso il rosso. Questo fenomeno esiste; è il celebre effetto osservato da Compton con i raggi X e che conferma in tutte le particolarità le conseguenze della immagine prospettata, che cioè il quanto sia un corpuscolo dotato di energia e di quantità di moto, cosicchè sono interamente applicabili per la velocità e le direzioni, dopo l'urto, le leggi semplicissime dell'urto dei corpi elastici.

E qui sorge, o Signori, la più grave difficoltà del presente momento scientifico. Voi ricordate quel complesso imponente, numeroso, inesauribile di fenomeni che la teoria ondulatoria della luce era stata capace di spiegare e di prevedere: mi riferisco alle interferenze, alla diffrazione, alla doppia rifrazione, agli effetti della luce polarizzata, alla riflessione e rifrazione nei corpi trasparenti e nei metalli. Limitiamoci alla considerazione dei processi d'interferenza e di diffrazione. Se la luce è fatta di onde si comprende che l'aggiunta di luce ad altra luce con fase opposta possa dar luogo all'oscurità. Ma se è fatta di proiettili, come possono questi distruggersi l'uno con l'altro nelle frange nere d'interferenza o di diffrazione e ritrovarsi poi cumulati nelle frangie luminose, anche quelli distrutti? Bisognerà naturalmente rinunziare alla nozione di oscurità derivante da effetti di sovrapposizione di luci con fase diversa, e pensare invece che l'apparecchio ottico producente il fenomeno interferenziale incanali per dir così, i quanti di luce verso i posti dove noi constatiamo la presenza di frange luminose. Ma con quale meccanismo?

Pensate all'esperienza dei due specchi di Fresnel che riflettono su uno schermo la luce di una sorgente. Un solo specchio dà luce uniforme; la presenza del secondo fa nascere le frange.

Come possono i corpuscoli riflessi da uno specchio accorgersi dell'esistenza dell'altro, e dirigersi in conseguenza sulle sole frange luminose dello schermo anzichè su tutta la superficie di questo?

Hanno i quanti di luce coscienza e intelligenza? Torneremo fra poco su questa folle domanda.

Dobbiamo anzitutto chiederci se la nozione delle onde sia davvero indispensabile per spiegare le distribuzioni di massimi e di minimi di luce nei fenomeni d'interferenza e di diffrazione. Alcuni fatti recentemente osservati ne farebbero dubitare. Così Davisson è riuscito a riprodurre con un fascio di elettroni riflessi da un cristallo di nichel le figure di diffrazione ottenute da Laue e Bragg coi raggi X. E il Johnson, appena un mese fa, ha reso noto il risultato di una esperienza ancora più sorprendente: lanciando su una sostanza cristallina un fascio di atomi di idrogeno animati da grande velocità, essi si rifletterebbero seguendo una legge di distribuzione angolare analoga a quella degli elettroni di Davisson e dei raggi X di Bragg.

Anche numericamente i risultati sperimentali ottenuti concordano con la previsione riguardo alla dipendenza fra gli angoli di diffrazione e la quantità di moto dei corpuscoli incidenti, siano essi raggi X od elettroni o atomi materiali.

Sembra pertanto che il fenomeno della diffrazione non sia peculiare delle radiazioni ondulatorie ma che esso appartenga anche ai raggi corpuscolari; con ciò verrebbe a cadere il più forte argomento contro la teoria corpuscolare della luce.

Come se non bastasse tutto ciò a disorientare gli spiriti, una recente fioritura di audacissime idee è sopraggiunta a portare nuova luce e nuovo scompiglio. Esse fan capo ai lavori di De Broglie e di Schrödinger e costituiscono la così detta meccanica ondulatoria. Non è facile darne una nozione anche approssimata in questa sede e in questo momento. I lettori del nostro giornale « l' Elettrotecnica » potranno averne notizia da una esposizione che ne farà prossimamente il Prof. Persico. Si può ad ogni modo dare un'idea della teoria dicendo che l'elettricità, la quale costituisce gli elettroni e i nuclei atomici, e perciò la materia, non è una specie di sostanza, ma va pensata come uno stato vibratorio di una grandezza fisica ψ di natura ignota, che subisce variazioni periodiche nel tempo e diverse nei vari punti dello spazio. Le rapide variazioni periodiche di questa grandezza ci si manifestano come carica elettrica, e precisamente la densità elettrica è in ogni punto proporzionale al quadrato dell' ampiezza delle oscillazioni di ψ.

Queste oscillazioni si svolgono nello spazio con leggi analoghe a quelle della propagazione delle onde; esse invadono tutto l'universo annullandosi in tutti i punti dove non è materia nè elettricità; mentre un elettrone fisso o mobile va considerato come una porzione dello spazio dove quelle onde soprapponendosi si annullano. Nel caso di materia o di elettricità immobili esse possono perciò considerarsi come le regioni ventrali di sistemi di onde stazionarie, mentre un elettrone in moto

può pensarsi come un limitato treno o pacchetto di onde di diverso periodo, che si annullano dovunque, tranne nel posto successivamente occupato dall'elettrone.

Da questa originale concezione, integrata da particolari ipotesi sulla velocità di propagazione delle onde di ψ in un campo di forza, segue che quando il pacchetto di onde costituente l'elettrone si muove in una curva di assai piccole dimensioni, e con grande velocità angolare, come avviene dell'elettrone di Bohr circolante intorno al nucleo atomico, non si ha più una carica puntiforme localizzata successivamente nei vari punti dell'orbita; ma una vera atmosfera statica di elettricità distribuita uniformemente intorno al nucleo.

Altri stati sono possibili e descrivibili; essi corrispondono agli stati di crescente eccitazione dell'atomo di Bohr, e si trova senza ulteriori ipotesi che questi stati contengono quantità di energia che variano in modo discontinuo da uno stato all'altro, esattamente come quelli di Bohr. È questo il risultato più impressionante della nuova teoria.

Vengono così eliminate due difficoltà assai gravi che solleva la teoria di Bohr. Questa doveva qualificare a priori e senza ragione alcuna come impossibili le configurazioni atomiche che non corrispondono a graduati stati di eccitazione; invece nella nuova teoria si trova che questa discontinuità, cioè la *quantizzazione*, discende naturalmente dalle premesse già fatte. In secondo luogo negli stati consecutivi atomici del Bohr si avevano elettroni in moto che, contro le leggi dell'elettromagnetismo, non irraggiano energia. Invece nella nuova teoria si trova che a quegli stati corrisponde una distribuzione di elettricità costante nel tempo ciò che giustifica la mancante irradiazione di energia; solo nel passaggio da uno stato all'altro la densità elettrica varia periodicamente col tempo e per ciò viene emessa luce in sincronismo con le variazioni e in perfetto accordo con la teoria elettromagnetica.

Lo svolgimento di tutte le conseguenze della teoria conduce alle medesime conclusioni della teoria di Bohr, tranne in pochissimi casi, nei quali quest'ultima non era del tutto conforme alle esperienze spettroscopiche. Anche in questi casi però le conseguenze della nuova teoria sono conformi alla esperienza. Purtroppo i suoi sviluppi sono molto laboriosi dal lato analitico, e non sempre lo strumento matematico fornisce la soluzione.

La nuova meccanica ondulatoria presenta indubbiamente diversi vantaggi di coordinazione logica rispetto a quelle di Bohr; e ciò spiega come in meno di un anno dalla sua divulgazione un gran numero di ricercatori in ogni parte del mondo abbiano sviluppato con febbrile attività i particolari e le conseguenze della suggestiva teoria. Ma molti punti restano ancora non chiariti e dubbii fondamentali vengono già sollevati contro l' interpretazione della teoria, che va per ciò considerata in questo momento come al punto critico della sua fase elaborativa.

Il carattere iperrivoluzionario di

questa nuova meccanica viene ad ogni modo caratterizzato da ciò: che mentre si tendeva a sostituire alle onde luminose i raggi corpuscolari, si dovrebbe invece attribuire struttura ondulatoria anche ai raggi che sono sicuramente corpuscolari, come i raggi catodici, e perfino agli elettroni in riposo o in movimento ed a tutta la materia. Si riconoscono però i segni di un disorientamento che investe già i giovanissimi fisici, come il disorientamento della ormai vecchia teoria dei quanti aveva investito i fisici della mia generazione. Ma i giovani, per loro fortuna, possono assai più facilmente rinunziare alle convinzioni che non ebbero il tempo di consolidarsi con dure radici.

Per chiudere questa esposizione, che va diventando un attentato alla vostra salute fisica e spirituale, io voglio accennare ad una idea recentemente enunciata dal nostro più valente fisico teorico, dal giovanissimo Prof. Fermi, e che si preannunzia feconda dei più felici risultati nelle ricerche sulla costituzione della materia. A base delle classiche teorie cinetiche sta la legge di Maxwell-Boltzmann, secondo la quale le molecole eguali di un gas non avrebbero tutte eguali velocità, ma le velocità reali sarebbero distribuite intorno al valore medio con la legge del caso, e cioè come sono distribuiti i numerosi proiettili su un bersaglio intorno al centro di mira. La teoria dei quanti aveva già apportato una modificazione a questa legge statistica, modificazione dovuta ad Einstein. E cioè le velocità, e quindi le energie delle molecole, non variano in modo continuo dall' una all' altra, ma a gradini, di altezza determinata. Distribuendo perciò le molecole a varie altezze corrispondenti alle loro energie, si troverebbe non una superficie continua, ma una vera gradinata ascendente.

Orbene per un principio che il Fermi ha enunciato, in analogia ad una legge che domina certi fatti spettroscopici, su ognuno di quei gradini non può trovarsi che una sola molecola. Ciò significa che non solo la velocità delle molecole varia in modo discontinuo dalle une alle altre ma che due molecole non possono avere la stessa velocità.

L' ipotesi enunciata ha condotto il Fermi ad una formola di ripartizione delle velocità molto diversa da quella di Maxwell-Boltzmann, e che si avvicina a questa solo quando la materia è alquanto rarefatta e la temperatura non è molto bassa. Essa equivale perciò alla formola classica per le condizioni ordinarie della materia; per gas condensati ed a temperature assai basse la nuova formula conduce a conseguenze pratiche diverse, e che sembrano più prossime alla realtà sperimentale.

Osservando che gli elettroni in un metallo anche a temperatura ordinaria si devono trovare nelle condizioni normali in cui è valida la legge del Fermi anzichè quella del Maxwell, è riuscito a Pauli e più recentemente a Sommerfeld di fondare una teoria delle proprietà magnetiche, termiche ed elettriche dei metalli.

Interrogativi filosofici.

Siamo perciò di fronte ad una legge statistica che si rivela come assai pro-

mettente per lo studio delle proprietà della materia. Ebbene: che significa che due molecole non possono avere la stessa velocità? Se una molecola entra in un recipiente contenente un gas, come fa essa a sapere che può assumere solo alcune velocità e non tutte quelle altre già possedute dai miliardi di miliardi delle molecole preesistenti? Hanno le molecole, come i quanti di luce coscienza delle loro possibilità cinetiche, ed intelligenza dello stato in cui si trovano le altre molecole presenti?

Io ripeto così la folle domanda già posta in un punto di questo discorso a proposito delle interferenze luminose. Orbene: questa forma di istinto nelle molecole non può escludersi a priori, se i fatti dimostrano che l'ipotesi conduce a conseguenze vere. Ricorderò che nei gesti quotidianamente compiuti da miriadi di esseri inferiori (e non parlo della vita di esseri più evoluti, quali le formiche o le api) ci si rivela una coordinazione arcana che noi non attribuiremo certo ad un'anima o ad una intelligenza, anche perchè l'uomo che ha anima ed intelligenza, non ne è sempre capace. Così o Signori, io vi ho portato nel campo della filosofia, visto che ci troviamo così a disagio in quello della semplice fisica. E vi dico che non so augurarmi una fine prossima della crisi tragica che sconvolge adesso la mia scienza. È crisi di vita, che distrugge ciò che non merita di restare, ma che suscita prodigiosi impulsi al lavoro scientifico, con una potenza di attacco di cui mai il mondo vide l'eguale.

Sparite le nubi e placata la tempesta, se il nuovo cielo che verrà non sarà più il cielo che imparammo a conoscere nella nostra infanzia scientifica, ciò significherà che il breve tempo di nostra vita non fu dall'umanità trascorso invano!

O. M. Corbino

La corrente di saturazione delle valvole termoioniche

Abbiamo il piacere di pubblicare per il cortese assenso dell'autore, uno studio sperimentale del chiarissimo Professore LO SURDO, *già apparso sui rendiconti della Reale Accademia Nazionale dei Lincei.*

Non potrà sfuggire a nessuno l'importanza di tale studio che rappresenta una più esatta valutazione dei fenomeni termoionici.

Si suol chiamare *corrente di saturazione* di una valvola termoionica il massimo valore della corrente che per una certa temperatura del filamento può passare attraverso alla valvola. Al crescere della differenza di potenziale fra placca e filamento, la corrente dovrebbe quindi raggiungere il valore di saturazione che è indipendente da un ulteriore incremento della differenza di potenziale: nella nota caratteristica della valvola (fig. 1), la saturazione viene perciò rappresentata con un tratto rettilineo parallelo all'asse delle V.

Ma il reale andamento della corrente nelle valvole termoioniche non corrisponde esattamente a quello rappresentato dalla fig. 1. Lavorando con volvole in saturazione che siano sottoposte a grandi variazioni della differenza di potenziale fra placca e filamento, ci si accorge che effettivamente al crescere del potenziale la corrente non raggiunge mai un valore massimo, indipendente quindi da un ulteriore incremento della differenza di potenziale, e che nella fase di saturazione l'intensità della corrente continua a crescere lievemente col crescere della differenza di potenziale. E questo fenomeno si osserva anche quando le condizioni della valvola portano ad escludere l'intervento delle note cause che ostacolano la saturazione e cioè la mutua repulsione degli elettroni, il campo magnetico della corrente che accende il filamento ed il gradiente di potenziale lungo il filamento.

Oggetto di questa Nota è di esporre alcuni risultati delle ricerche da me fatte sull' andamento della corrente nella fase di saturazione.

La disposizione che mi serviva per la misura dell'intensità della corrente di saturazione di una valvola termoionica era costituita da un circuito ben isolato nel quale agiva una f. e. m. costante, opportunamente regolabile, e che comprendeva la valvola in esame,

gli strumenti di misura della intensità di corrente e della tensione, e gli interruttori. Per la f. e. m. mi servivo di una batteria di 10.000 piccoli accumulatori, che è costituita da gruppi di 100 elementi ciascuno, i quali possono essere collegati in serie e inseriti gruppo per gruppo, così che nel circuito si poteva regolare la f. e. m. di 200 in 200 volta circa. Per tensioni inferiori a 200 volta adoperavo una disposizione potenziometrica alimentata da una batteria di grandi accumulatori.

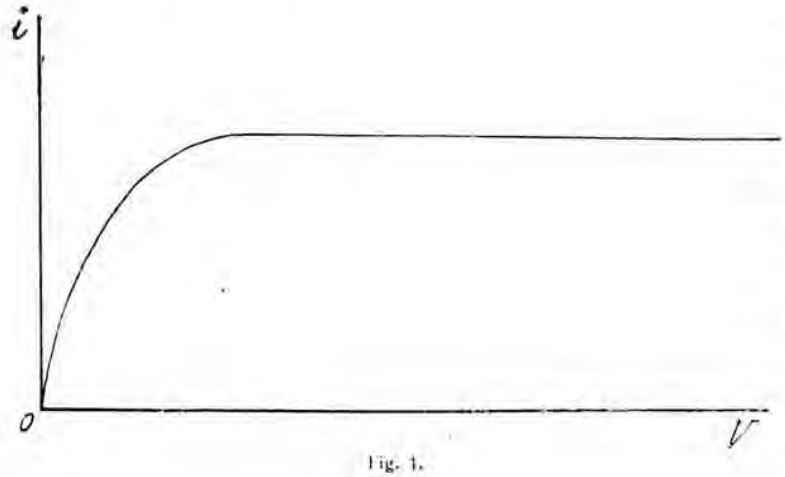


Fig. 1.

Il filamento della valvola era alimentato da un circuito costituito da comuni accumulatori, una resistenza regolabile, amperometro e interruttore, tutti accuratamente isolati dal suolo.

Nelle mie esperienze ho adoperato delle valvole termoioniche di diverso tipo, che per la maggior parte erano state fabbricate dalla Società Marconi o dalla Philips.

Con tutte queste valvole ho trovato che nella fase di saturazione l'intensità della corrente varia con buona approssimazione proporzionalmente alla differenza di potenziale fra placca e filamento.

La caratteristica reale della lampada (fig. 2), differisce quindi dalla nota caratteristica per la direzione del tratto rettilineo che rappresenta la saturazione, il quale, invece di essere parallelo all'asse delle V, presenta una lieve inclinazione.

L'intensità i della corrente nella fase di saturazione risulta quindi con buona approssimazione:

$$(1) \qquad i = j + k\,V$$

dove j e $k = \frac{\delta i}{\delta V}$ sono due costanti.

Ma l'andamento della corrente col variare della differenza di potenziale si può vedere anche sui diagrammi che ho ottenuto con un tubo di Braun, le cui fotografie sono riprodotte nelle figg. 3 e 4. Sul fascetto catodico del tubo di Braun agivano il campo magnetico orizzontale, prodotto dalla corrente anodica che passava in un sistema di due bobine accostate al tubo, ed il campo elettrico, pure orizzontale, proporzionale alla differenza

di potenziale fra placca e filamento, campo che si stabiliva fra i due appositi elettrodi di cui era munito il Braun. Il diagramma ha quindi l'asse delle V orizzontale, e quello delle *i* verticale.

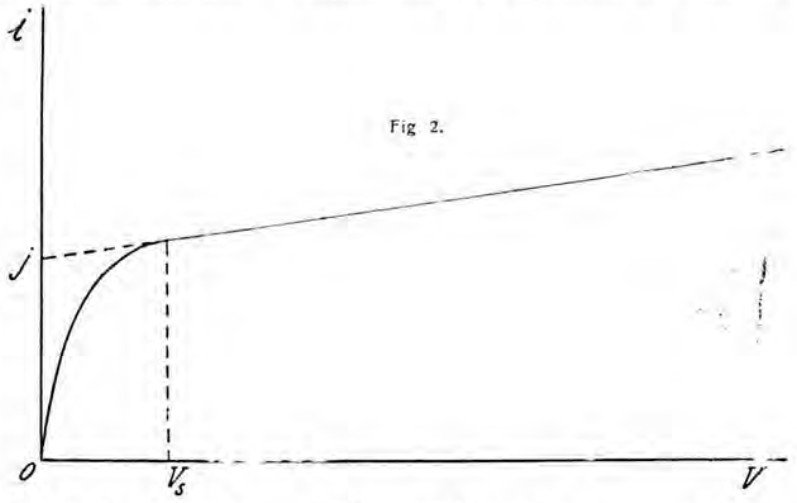


Fig. 2.

I diagrammi erano ottenuti facendo agire nel circuito della valvola una f. e. m. alternativa Perciò la valvola veniva collegata al secondario di un trasformatore la cui tensione efficace poteva essere portata fino a 30.000 volta.

Le figg. 3 a 4 rappresentano le caratteristiche di una stessa lampada Philips [1] nelle quali la massima differenza di potenziale fra placca e filamento era rispettivamente di 8200 e 7900 volta circa, e la massima escursione verticale della prima corrisponde all'intensità di corrente di 9 milliampère e della seconda 24 milliampère.



Fig. 3.

L'andamento che si rileva sui diagrammi costruiti per punti in base ai valori della corrente di saturazione misurati con differenze di potenziale costanti, risulta confermato da questi diagrammi che la macchia fluorescente del tubo di Braun tracciava in una piccola frazione di secondo.

Nelle mie esperienze ho trovato inoltre che entro ampi limiti, qualunque sia la temperatura del filamento gli aumenti della corrente di saturazione corrispondenti ad un determinato aumento delle tensione anodica sono

(1) Tipo Z G 14 (corrente del filamento fino a 6,5 ampère - tensione anodica fino a 10000 volta - dissipazione 250 watt).

per una stessa valvola una parte approssimativamente costante delle rispettive correnti. Questo fatto si rileva dalla fig. 5 dove l'andamento di una stessa lampada Marconi [1] è rappresentato per tre accensioni diverse, che a 6000 volta davano la corrente di 2,4 milliampère (·), 6,2 milliampère (×),



Fig. 4.

e 96 milliampère (○), in scale differenti in modo che questi tre ivalor della intensità risultino rappresentati dallo stesso punto. E le tre caratteristiche della saturazione possono essere rappresentate dalla stessa retta!

Se quindi per due accensioni differenti del filamento della stessa lampada le costanti della relazione (1) sono rispettivamente kj e $j'k'$ per modo che con due differenti tensioni anodiche V_1 e V_2 risulti, per la prima accensione:

$$i_1 = j + kV_1 \quad \text{e} \quad i_2 = j + kV_2,$$

e per la seconda:

$$i'_1 = j' + k'V_1 \quad \text{e} \quad i'_2 = j' + k'V_2,$$

si può scrivere:

$$(2) \qquad \frac{i_2 - i_1}{i_1} = \frac{i'_2 - i'_1}{i'_1},$$

da cui

$$(3) \qquad \frac{k}{j} = \frac{k'}{j'}$$

ossia

$$k = \alpha j$$

dove α è una costante.

La (1) quindi si può scrivere

$$(4) \qquad i = j(1 + \alpha V).$$

Mi riservo di discutere in una successiva Nota i risultati già ottenuti e quelli delle ricerche in corso specialmente in rapporto alle cause che ostacolano il raggiungimento della saturazione, nel senso ordinario, e alla variazione col potenziale anodico del-

(1) Tipo M R 4 (corrente del filamento fino a 6,5 ampère - tensione anodica fino a 8000 volta - dissipazione 300 watt).

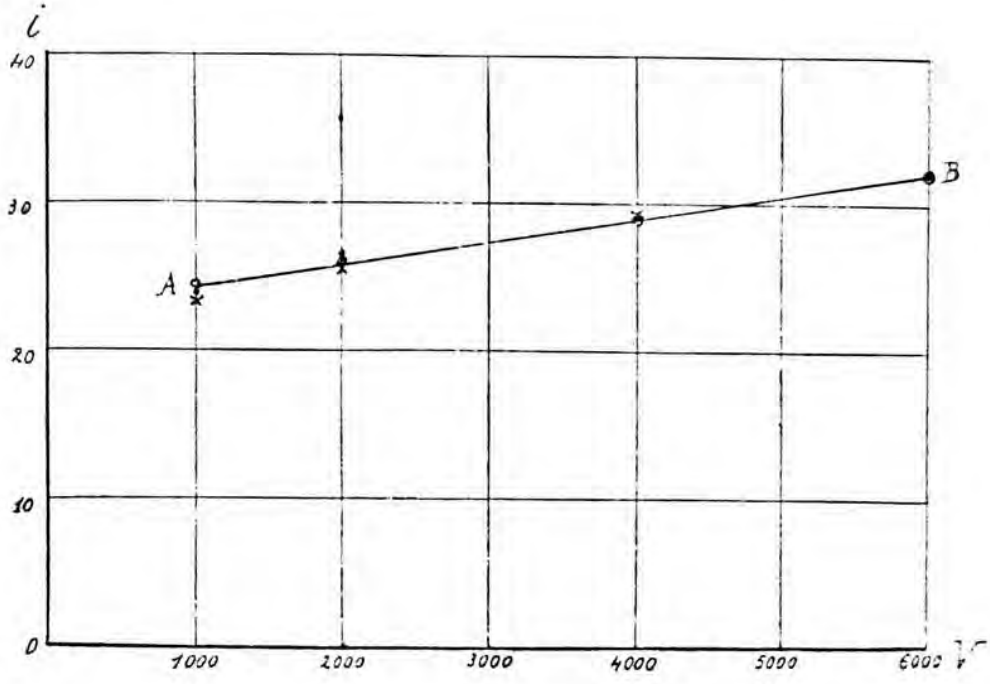


Fig. 5.

l'emissione elettronica del filamento, variazione che secondo Schottky [1] proviene dall'induzione elettrostatica dell'elettrone sul filamento, cioè dalla forza di attrazione tra l'elettrone e la sua imagine elettrica dovuta al filamento.

(1) « Physikalische Zeitschrift », 15, 872, 1914.

A. Lo Surdo

Oscillografi in uso presso l'Istituto R. T. Militare

Si è recentemente costituito, presso l'Istituto R. T. del Genio Militare, uno speciale reparto di misure e di studi avente per oggetto l'esame dei fenomeni dovuti a correnti rapidamente variabili.

Tali fenomeni vengono esaminati per mezzo di speciali apparecchi detti *oscillografi*, la importanza dei quali va sempre crescendo nelle applicazioni della tecnica elettrica, sia ordinaria, sia radiotelegrafica. Per questa ragione e perchè si tratta di apparecchi non di uso comune, daremo qui un rapido cenno dei principii fondamentali su cui essi si fondano, indicando altresì i tipi di oscillografi utilizzati nel sopraccennato reparto.

Oscillografo tipo Blondel - Allocchio e Bacchini. — Di questo tipo di oscillografo, dovuto al Blondel, l'Istituto possiede un modello costruito dalla casa Allocchio e Bacchini di Milano. Esso permette di rilevare facilmente sia le curve di corrente e di tensione di un ordinario impianto a corrente alternata, sia quelle relative alle correnti telefoniche e telegrafiche. La figura 1 mostra l'insieme dell'apparecchio e la figura 2 alcune curve di correnti variabili relative a valvole termoioniche, ottenute con esso.

L'oscillografo del tipo Blondel e derivati, è essenzialmente un galvanometro a indicazioni rapide di cui la parte mobile, a causa della sua debole inerzia e del grande valore della forza antagonista che la richiama alla posizione di equilibrio, ha un periodo proprio assai piccolo T_0 dell'ordine del *decimillesimo* di secondo. Come è noto dalla teoria generale delle vibrazioni forzate, se il movimento di questo equipaggio mobile è convenientemente smorzato (con la immersione, per es., in un liquido viscoso) e se su di esso agisce un campo magnetico variabile esterno, di periodo T superiore a T_0, il sistema oscillante, finisce, dopo brevissimo tempo, con l'assumere un moto vibratorio il cui periodo è quello del campo esterno, vale a dire si *sincronizza* con questo. L'apparato consta essenzialmente delle seguenti parti:

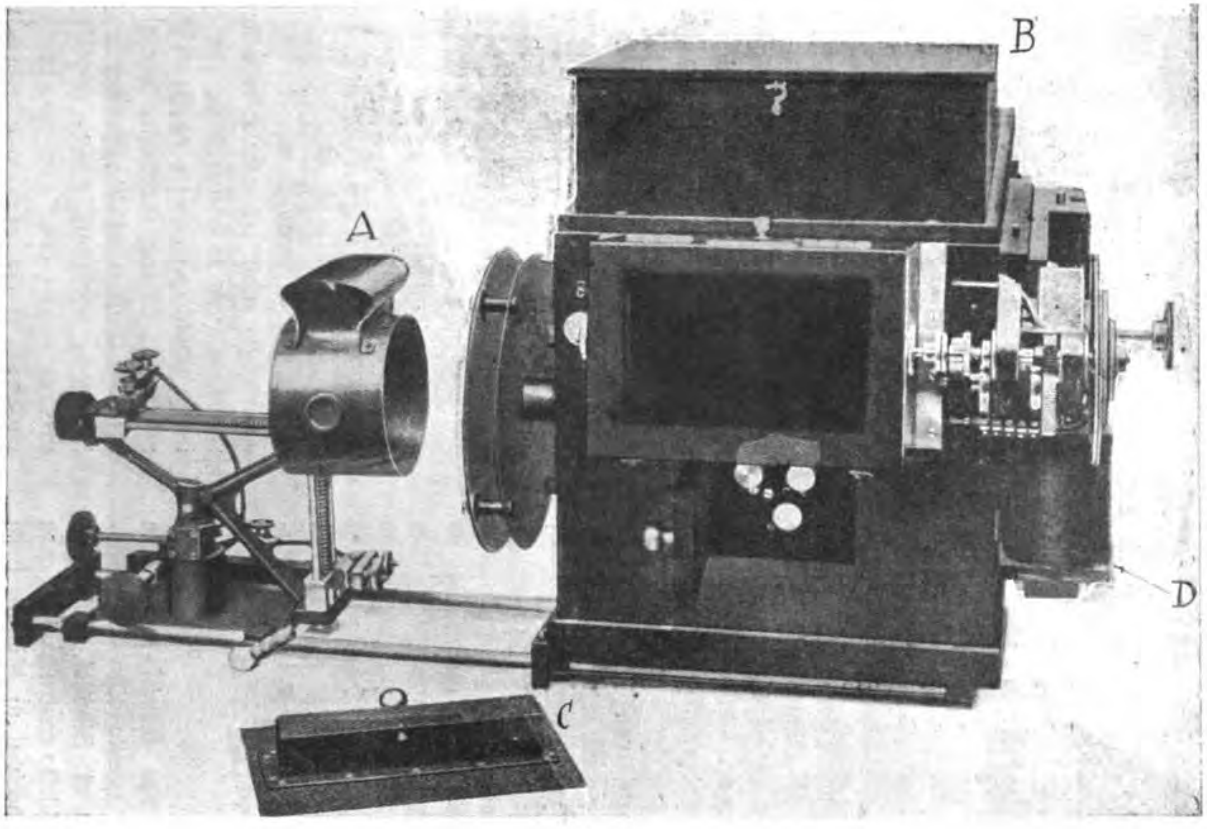


Fig. 1.

Veduta di insieme dell'oscillografo Blondel-Allocchio-Bacchini.

A) Lampada ad arco. — B) Cassetta dello schermo smerigliato per la osservazione delle curve. — C) Dispositivo per la osservazione e messa a fuoco delle immagini oscillografiche. — D) Motore sincrono per la messa in rotazione di un tamburo a sei specchi, destinati ad inviare sullo schermo translucido superiore i fasci luminosi dati dagli specchi degli equipaggi galvanometrici.

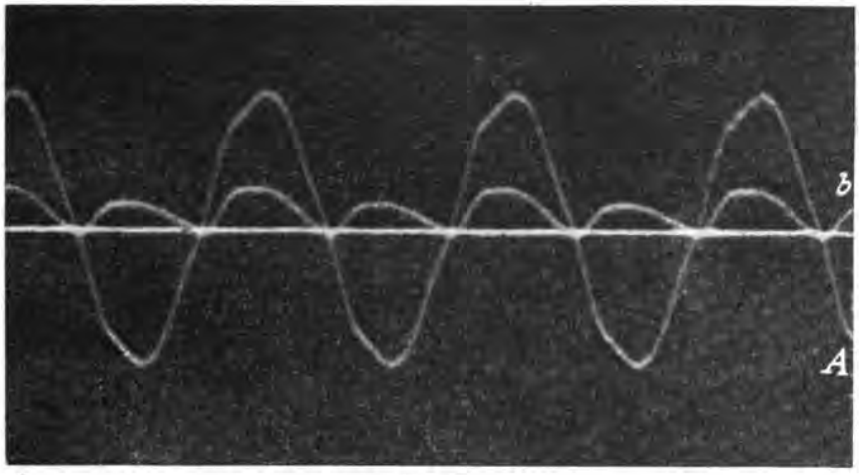


Fig. 2.

A) Rilievo oscillografico della curva di alimentazione anodica di una valvola a triodo.
B) Corrente relativa, raddrizzata.

Complesso ed equipaggio galvanometrico. — Il complesso galvanometrico rappresentato dalla figura 3, è costituito da tre potenti elettromagneti *A* alimentati da corrente continua a 110 volta, i quali producono un intenso campo magnetico, ove è collocato il sistema vibrante.

Questo, rappresentato dalla fig. 4, è formato da due sottili nastrini (fig. 5) di bronzo fosforoso (equipaggio bifilare) tesi verticalmente e portanti uno specchietto di circa 1 mm.² di superficie. Tali nastrini, essendo percorsi dalla corrente variabile che si tratta di studiare, subiscono, da parte del campo

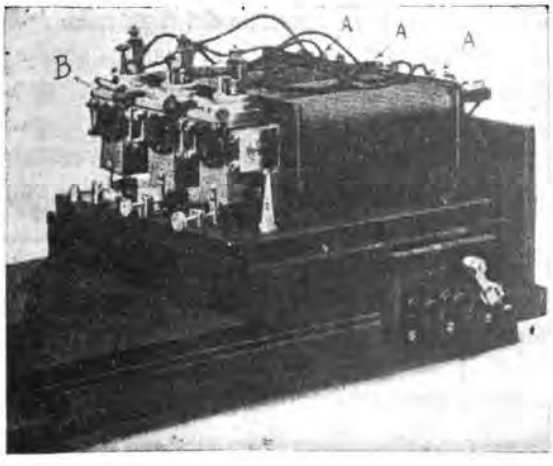


Fig. 3.

Veduta interna dell'oscillografo Blondel.

A) Elettromagneti di campo del complesso galvanometrico alimentati a corrente continua a 110 v.

B) Equipaggi bifilari contenuti in involucri ripieni di olio smorzatore.

costante $N\,S$ a cui sono sottoposti, una azione elettro magnetica che li fa vibrare trasversalmente con un periodo il quale, per il sopraindicato principio delle vibrazioni forzate, è, a regime stabilito, eguale a quello della



Fig. 4.

Equipaggio galvanometrico vibrante.

corrente variabile percorrente l'equipaggio bifilare, vale a dire sincronizzato con la corrente stessa.

In ciascuno degli equipaggi galvanometrici, il moto oscillatorio del sistema vibrante viene reso sensibile mediante un sottile fascio luminoso prodotto dalla lampada ad arco *L* (figura 5) e rinviato da un piccolo prisma a riflessione totale *P*, sullo specchietto del galvanometro bifilare. Da questo viene ulteriormente riflesso sopra uno specchio esagonale *S*, al quale, per mezzo di un motore sincrono attivato dalla stessa corrente da esaminare, si impartisce un moto uniforme di rotazione. Lo specchio rinvia alla sua volta il raggio riflesso sullo schermo smerigliato *H* disposto superiormente, nella cassetta *B* della fig. 1. È evidente che, per la composizione dei moti simultanei impressi al raggio luminoso, si disegnerà, sullo schermo suddetto, la curva propria della corrente alternata da esaminare.

I complessi galvanometrici possono essere adoperati separatamente oppure simultaneamente. Ciascun equipaggio è fissato ad un'armatura immersa in un cilindro metallico pieno di olio speciale, destinato a dare il necessario smorzamento al sistema vibrante. Gli equipaggi si possono regolare esternamente, mediante apposite viti di comando.

La sensibilità del dispositivo varia con la intensità del campo magnetico e con la tensione del filamento. In condizioni normali, si hanno sensibilità intorno a 0,005 ampère per mm. di deviazione; però, per misure su frequenze basse, si possono avere anche equipaggi con sensibilità intorno a 0,001 ampère per mm.

Motore sincrono. — È collocato in D (fig. 1) a destra della cassetta ed è composto di un potente elettromagnete nel quale ruota un rotore a 20 poli. Esso comanda, per mezzo di un giunto

a frizione, il sistema di specchi rotanti *S* della figura 5, i quali riflettono l'immagine data dallo specchietto vibrante, sullo schermo smerigliato superiore, come è stato sopraccennato.

Per mezzo di apposita leva si può sollevare il gruppo degli specchi ed allora l'immagine luminosa cade sopra il vetro smerigliato collocato nella parte anteriore della cassetta per poter regolare la messa a fuoco del sistema.

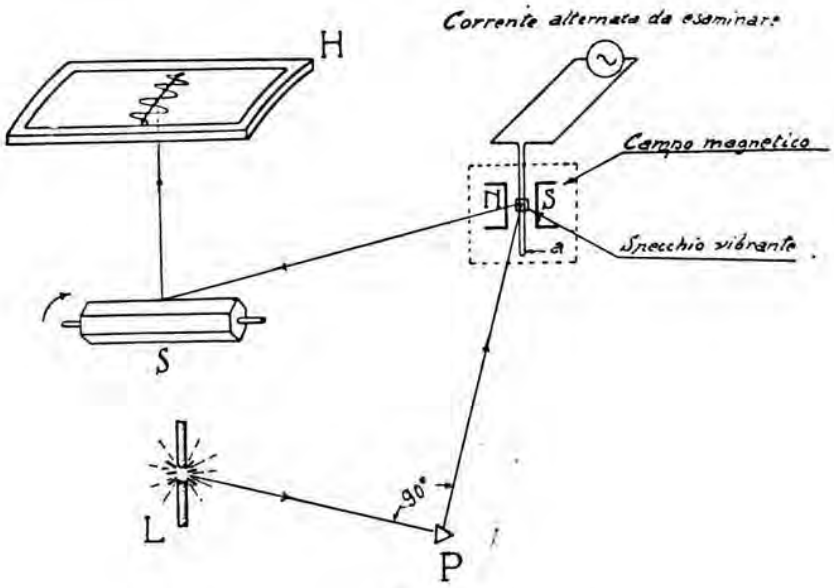


Fig. 5.

Andamento dei raggi emessi dalla lampada ad arco nell'interno dell'oscillografo Blondel.

Dispositivo fotografico. — È composto di un telaio ermeticamente chiuso, sul quale è disposto un tamburo rotante su cui avvolge la pellicola fotografica. Il telaio viene collocato in apposita coulisse, e s'innesta, a mezzo di un giunto, ad un complesso di ruote dentate e puleggie mosse da un motorino a corrente continua. Si potrà così far ruotare, a varie velocità, il tamburo, e quindi, regolare opportunamente la lunghezza delle curve nel senso delle ascisse (tempi) così da avere poche o molte curve su una sola pellicola.

Otturatore elettromagnetico. — È previsto un otturatore elettromagnetico comandato da pulsanti sul quadretto

di manovra. Esso è a scatto con bottone di carica.

Comando automatico. — Quando si faccia la fotografia delle curve è necessario che il tamburo sia impressionato per un solo giro, altrimenti si avrebbe una sovrapposizione di curve. Può anche, però essere conveniente di avere questa sovrapposizione di curve per prove di fenomeni transitori. Per questo scopo, è previsto un dispositivo automatico di comando dell'otturatore, posto sulla destra della cassetta e comandato dallo stesso motorino a corrente continua.

Lampada ad arco. — È connessa con la base dell'oscillografo, per mezzo di due staffe metalliche. I carboni sono ad angolo retto, in maniera da ottenere un cratere orizzontale, con gran vantaggio della nettezza delle immagini luminose.

Oscillografo catodico ad alta tensione tipo Braun.

L'apparecchio del tipo Blondel precedentemente descritto appartiene al tipo degli oscillografi elettromagnetici. Per quanto piccola sia l'inerzia del sistema oscillante, essa ha sempre un valore non trascurabile; detti apparecchi sono quindi, relativamente *lenti* e poco si prestano allo studio dei fenomeni oscillatori assai rapidi utilizzati nella radiotelegrafia, e aventi periodi dell'ordine dei milionesimi di secondo o meno. Si prestano, invece, bene per tale scopo, gli oscillografi nei quali l'organo mobile è costituito da un fascio di *raggi catodici*, la inerzia dei quali è, come è noto, estremanente piccola a causa della piccolissima massa dei corpuscoli negativi o *elettroni* che li costituiscono.

D'altra parte, è noto come un fascio di raggi catodici, cioè di elettroni negativi, si comporta come una porzione di conduttore flessibile e deformabile, il quale sia percorso da una corrente elettrica avente senso *inverso* a quello del moto degli elettroni. Se detto fascio è quindi sottoposto all'azione di un campo magnetico esterno a carattere oscillante, esso subirà, per la nota legge di Laplace, uno spostamento di carattere oscillatorio, di periodo eguale a quello del campo magnetico agente; e, a causa della inerzia fisicamente nulla del fascio catodico, tale periodo potrà assumere anche i valori estremamente piccoli dei fenomeni radiotelegrafici.

Su questi principî è basato l'uso dell'oscillografo a raggi catodici ad *alta tensione* detto di Braun, la cui idea primitiva è dovuta ad Hess (1894). Esso è schematicamente rappresentato nella fig. 6.

La figura 7 rappresenta l'aspetto complessivo dell'apparecchio, insieme con la potente macchina elettrostatica *B* a 40 dischi costruita presso l'Istituto R. T., la quale fornisce la tensione elevata (40 ÷ 50 mila volta) necessaria per la attivazione del tubo. Nella figura è indicato accanto al tubo Braun *A* il dispositivo necessario per il rilevamento della caratteristica del triodo *C*.

Come si vede nella figura 6 il fascio catodico *F* irradiato dal catodo *C* (messo in relazione col polo negativo della macchina ad alta tensione il cui polo positivo comunica con l'anodo A) viene limitato lateralmente da un opportuno diaframma *D*, in guisa da produrre, sullo schermo fluorescente *S*, un dischetto luminoso *O*. Facendo agire sul fascio, in direzione ad esso normale, il campo magnetico dato da un solenoide *N S* alimentato dalla corrente variabile che si deve studiare, il fascio catodico subisce, per la legge di Laplace, una deviazione in direzione normale al fascio stesso e al campo. Per effetto della persistenza delle immagini sulla retina, la traccia del fascio catodico nello schermo fluorescente, la quale in assenza del campo era costituita da un piccolo disco luminescente, diviene, a seconda della direzione del campo agente esterno, una retta luminosa orizzontale, verticale o inclinata (figura 6 bis). E se si fanno agire contemporaneamente due o più campi alternati, dei quali si varino opportunemente la direzione e la fase, si otterranno, sullo schermo fluorescente, le figure dovute alla coesistenza dei campi stessi, vale a dire una ellisse, un cerchio, ecc.

Tali figure si potranno osservare direttamente sullo schermo, oppure per mezzo di uno specchio rotante, o infine ottenerne la impressione su carta fotografica. Sarà così possibile studiare facilmente le interessanti proprietà dei campi magnetici alternati e rotanti, sia circolari, sia ellittici, scoperti dal Ferraris.

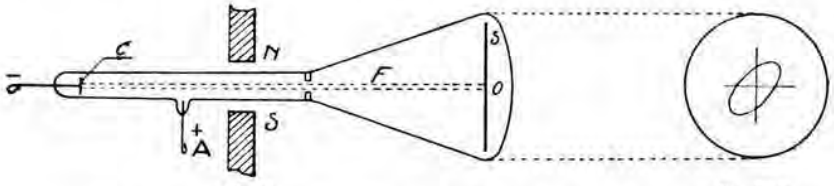


Fig. 6. Fig. 6-bis.

Schema di tubo oscillografico Braun ad alta tensione.

Fig. 6.

C) Catodo di emissione del fascio catodico F. — A) Anodo o elettrodo positivo. — D) Schermo limitatore del fascio catodico. — S) Schermo fluorescente. — N S) Elettromagnete producente la deviazione trasversale del fascio catodico.

Fig. 6-bis.

Curve risultanti dalla composizione di due o più campi elettromagnetici agenti sul fascio catodico (retta orizzontale e verticale - curva ellittica).

Oscillografo catodico a bassa tensione tipo Western.

L' oscillografo catodico del tipo Braun ha l'inconveniente di esigere, per l'attivazione della emissione catodica, una tensione continua elevata

fornita da una macchina elettrostatica capace di erogare una corrente piuttosto intensa, dell'ordine di 0,5 milliampère; tale macchina deve necessariamente risultare da parecchi dischi di vetro, ed essere quindi costosa e di non facile maneggio, sopratutto per la sua instabilità di funzionamento nelle giornate umide.

L'oscillografo studiato e messo a punto dalla « Western Electric Company » americana, non ha questi inconvenienti, giacchè la emissione elettronica ha luogo da un filamento incandescente anzichè da una scarica ad alta tensione; esso può essere quindi attivato da una tensione continua di circa 300 volta, quale può facilmente ottenersi da una batteria di pile a secco. Per questa ragione e per la facilità del suo uso, l'oscillografo Western costituisce uno dei tipi più convenienti della moderna tecnica elettrica.

L'aspetto del dispositivo è indicato nella figura 8 la quale si riferisce all'apparecchio recentemente montato presso

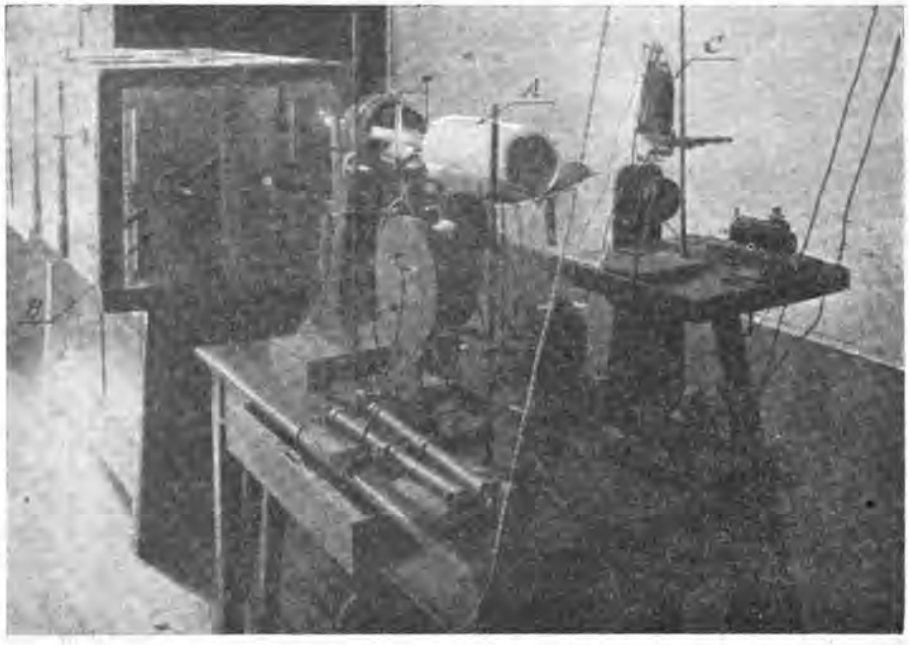


Fig. 7.

Figura d'insieme del dispositivo per rilevare col tubo Braun la curva caratteristica di un triodo.

A) Tubo Braun. — B) Macchina elettrostatica a 40 dischi. — C) Triodo, con gli accessori di attivazione.

l'Istituto R. T. ed E. La parte essenziale dell' oscillografo è un bulbo di vetro di forma analoga a quella del tubo Braun, nell'interno del quale è stato prodotto un grado piuttosto elevato di rarefazione, con traccie di gas residuo; in fondo al bulbo si trova uno schermo fluorescente costituito da un miscuglio di tungstato di calcio e silicato di zinco. Quando il fascio catodico cade su questo schermo, esso forma, come nel tubo Braun, un piccolo disco fluorescente abbastanza intenso per essere esaminato direttamente oppure fotografato con una esposizione di alcuni numeri.

La figura 9 rappresenta schematicamente la struttura interna del tubo e le connessioni con l'esterno. L'irraggiamento elettronico è determinato nel filamento *F*, rivestito con uno strato di ossido alcalino terroso, e portato alla incandescenza dalla batteria di accensione *B* mercè il passaggio di una corrente poco inferiore a 1,5 amp., ma che si deve regolare accuratamente, in guisa da ottenere una incandescenza sufficiente per avere una emissione elettronica piuttosto intensa, ma non eccessiva, per non fondere il filamento. Questo è contenuto nell' interno di un piccolo inviluppo di vetro non rappre-



Fig. 8.

Veduta complessiva dell' oscillografo a bassa tensione del tipo Western con la batteria anodica B a 300 volta destinato all'attivazione anodica e col magnete permanente M destinato a regolare la posizione iniziale della macchina fluorescente. — R) reostato della pila di accensione. — R') reostato della batteria anodica. — A) amperometro per la misura della corrente di accensione. — f) fili di connessione.

sentato in figura, nel quale è saldato un anodo tubolare di platino *A*, destinato a guidare il flusso elettronico, e mantenuto al potenziale positivo di circa 300 volta erogato dalla batteria anodica *B'*. Gli elettroni emessi dal filamento, limitati dal diaframma *S*, raccolti e guidati dall'anodo tubolare *A*, vengono proiettati, con grande velocità dall'apertura di questo, formando un sottile fascio catodico diretto verso lo schermo fluorescente. Prima di arrivare allo schermo, il detto fascio passa fra due coppie di elettrodi *P* e *P'*, disposti in modo da produrre due campi elettrici normali fra di loro se, mercè la comunicazione con l'esterno, si stabilisce, tra le lamine di ogni coppia, una certa differenza di potenziale.

La sensibilà dell'apparecchio, quando è ben regolato, è tale che la differenza di potenziale di circa 1 volta tra le lamine di ogni coppia, è sufficiente per spostare di 1 mm. la macchia luminescente sullo schermo. La deviazione del fascio catodico può ottenersi, oltre che per azione di un campo elettrostatico, anche per l'azione del campo magnetico dato da correnti agenti in rocchetti disposti esternamente al tubo; la deviazione della macchia luminosa è di circa 1 mm, per ampère-giro dei rocchetti producenti il campo magnetico.

Le connessioni delle parti esterne del tubo con la batteria *B* di accensione del filamento e con quella anodica *B'*, sono schematicamente indicate nella figura 9. La tensione variabile da osservare viene fatta agire in *E* o in *E'* applicandola tra gli elettrodi di una delle coppie deviatrici *P* o *P'*; lo spostamento corrispondente del fascio catodico, viene osservato oppure riprodotto fotograficamente, mercè la linea luminosa tracciata sullo schermo fluorescente. Similmente, se si tratta di studiare le caratteristiche di una corrente variabile, possiamo farla agire nelle bobine producenti il campo magnetico esterno; ovvero farla passare attraverso ad una resistenza nota, e connettere gli estremi di questa ad una

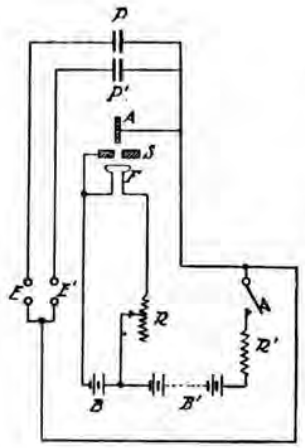


Fig. 9.

Schema della struttura interna e delle connessioni di un oscillografo Western.

F) filamento per l'irraggiamento elettronico. — S) schermo limitatore. — A) anodo in platino per la limitazione e concentrazione del fascio catodico. — P, P') coppie di elettrodi per la deviazione elettrostatica del fascio catodico. — E, E') elettrodi di attacco dove agiscono le forze elettromotrici elettrostatiche esterne. — B) batteria di accensione (6 v.). — B') batteria anodica (300 v.). — R, R') reostati di accensione e della batteria anodica.

delle coppie deviatrici P o P'; ed è evidente che se una tensione della stessa frequenza, ma in quadratura di fase con la prima, agisce nell'altra coppia, la macchia fluorescente traccerà una traiettoria elittica o circolare, analoga a quella indicata a proposito dell'oscillografo Braun.

Per la sua facilità di uso e di maneggio e per la bassa tensione occorrente, l'oscillografo del tipo Western sembra destinato a grande avvenire, sia nel campo della elettrotecnica ordinaria come nel campo delle ricerche radiotelegrafiche inerenti ai rettificatori ed ai tubi a vuoto, amplificatori e generatori. Dei risultati ottenuti si farà parola in seguito.

Prof. G. VANNI

Mostra Voltiana a Como

Alla celebrazione centenaria Voltiana che ha avuto luogo quest'anno in Como, ha partecipato il Ministero della Guerra che in una apposita sala, artisticamente addobbata da bandiere nazionali e dai quadri di S. M. il Re,

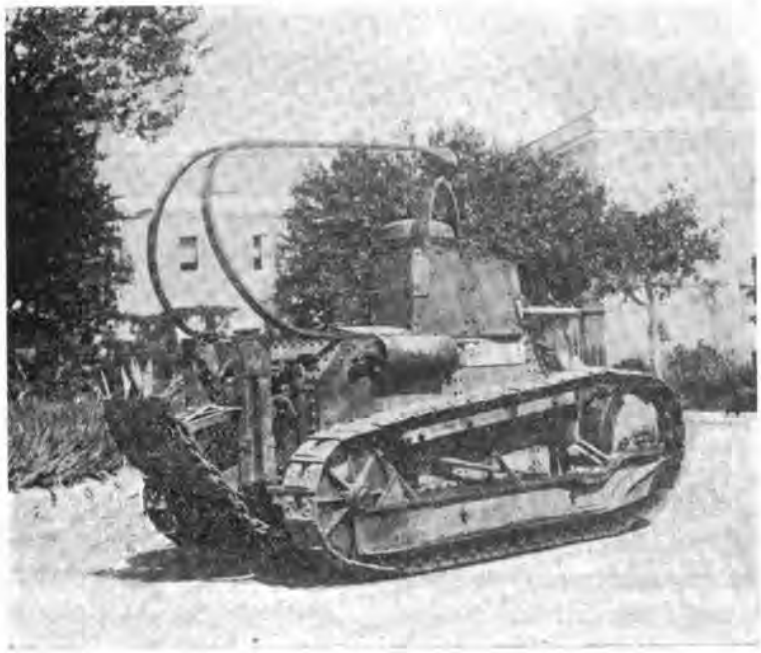


Fig. 1.

del Duce, di Marconi e di Volta, ha voluto raccolti anche i tipi più moderni di apparecchi r. t. ed r. f., i principali e più delicati strumenti di misura r. t. un campionario completo di valvole termojoniche, di condensatori variabili ad aria e di depositi galvanici, ecc. il tutto studiato e costruito nei laboratori del Genio Militare e cioè nell'Istituto di Radiotelegrafia ed Elettrotecnica, dell' Officina Radiotelegrafica ed Elettrotecnica del Genio Militare in Roma e dell'Officina di Costruzioni del Genio Militare di Pavia.



Fig. 2.

In apposita tettoia, gentilmente

concessa dal Comitato dell' Esposizione, erano esposte due autostazioni rispettivamente del tipo " V 4 „ e " V S 4 „ da Kw. 0,3 ed 1,5 - quest'ultima col relativo autocarro materiale - nonchè un carro armato munito di nostra autostazione " V 4 „ (fig. 2) installata a terra nel parco dell'Esposizione (fig. 3) ed una stazione simile sistemata a bordo del piroscafo "Savoia„ (fig. 4) a cura della Società S. I. T. I. che così fornirono il collegamento

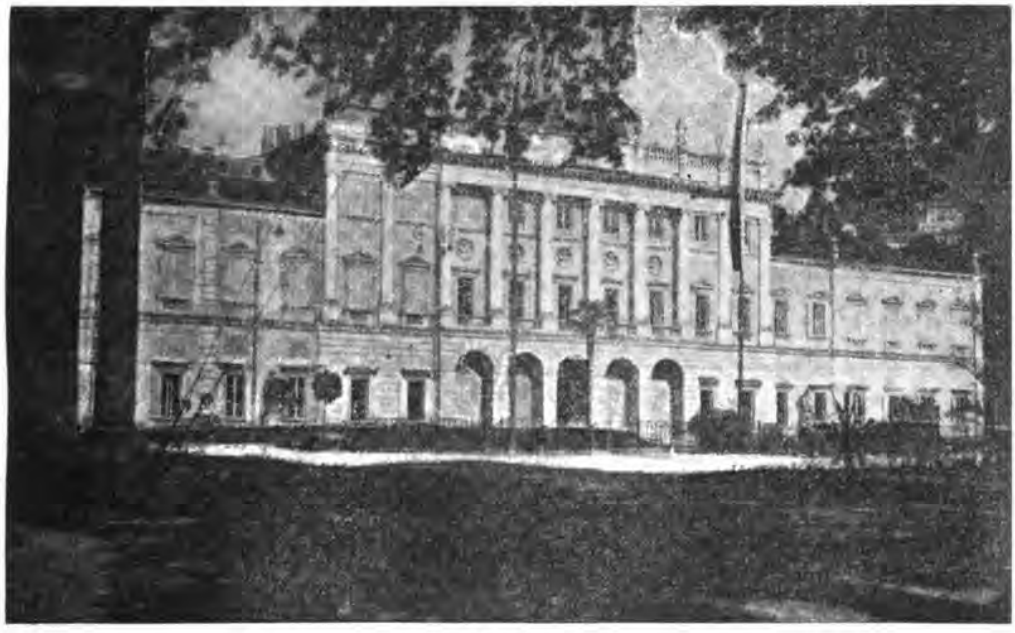


Fig. 3.

stazione r. t. ed r. f. trasmittente e ricevente (fig. 1).

Il suddetto materiale è stato oggetto di attento esame e di viva ammirazione da parte degli innumerevoli visitatori specialmente dei tecnici competenti.

A cura dell' Officina R. T. ed E. del Genio Militare, il giorno dell'inaugurazione era stato organizzato un servizio radiotelefonico bilaterale tra la R. F. durante la crociera sul lago effettuata da S. M. Il Re e da numerose Autorità civili e militari.

Tale servizio, come fanno fede i numerosi radiogrammi trasmessi e ricevuti in tale circostanza, fù disimpegnato con la più viva soddisfazione di tutte le Autorità che ebbero parole di elogio per il modo encomiabile in cui esso si svolse.



Fig. 4.

È degno di particolare rilievo anche il concorso della stazione r. t. del R. Esercito del tipo " V 2 „ esposta alla Mostra, che, impiantata su di un motoscafo, ha coadiuvato efficacemente lo svolgersi regolare delle gare internazionali di nuoto e di canottaggio effettuatesi sul lago nella seconda decade del mese di agosto trasmettendo radiofonicamante i risultati.

Cap. A. Tivegna

MISURA DELLA RESISTENZA INTERNA DEGLI ACCUMULATORI

Può talvolta, nelle esperienze R. T., interessare la misura della resistenza interna degli accumulatori.

I metodi ordinarii per la misura della resistenza non riescono, in generale, agevoli.

Il metodo di Mance, che serve bene per la misura della resistenza interna delle pile, non si presta egualmente bene per la misuaa della resistenza interna degli accumulatori la quale varia nei due regimi di carica e scarica.

Il seguente metodo di misura fornisce risultati assai soddisfacenti e corrispondenti alla realtà.

È noto che in un accumulatore sotto

carica la differenza di potenziale applicata ai suoi poli è definita in ogni istante da:

$$v_c = e_c + r_c i_c ,$$

ove e_c rappresenta la f. e. m., r_c la resistenza dell'accumulatore (o della batteria sotto carica), i_c la corrente di carica. Mentre la differenza di potenziale alla scarica, ai poli dell'accumulatore (o della batteria), risulta definita dalla relazione:

$$v_s = e_s - r_s i_s .$$

Onde, in ogni istante della carica:

$$r_c = \frac{v_c - e_c}{i_c} ;$$

e in ogni istante della scarica:

$$r_s = \frac{e_s - v_s}{i_s}$$

Ora, tanto in regime di carica quanto in regime di scarica, la corrente si mantiene costante.

Ne consegue che le leggi di variazione della resistenza interna dell'accumulatore sono definite dalle espressioni:

$$f(r_c) = \frac{f(v_c) - f(e_c)}{i_c} ,$$

$$f(r_s) = \frac{f(e_s) - f(v_s)}{i_s} ,$$

in cui i_c = costante; i_s = costante.

Sicchè, non è esatto parlare di resistenza interna di un accumulatore (quasi che tale resistenza si mantenga in ogni regime costante); è, viceversa, esatto parlare di leggi di variazione della resistenza di un accumulatore.

Quella che ordinariamente si denomina resistenza interna di un accumulatore, è la resistenza che l'accumulatore assume in regime avanzato di carica o di scarica.

Essa è limitata al tratto centrale dei diagrammi rappresentativi delle leggi di variazione delle f. e. m. e delle tensioni, sia alla carica sia alla scarica dell'accumulatore.

Difatti, in ogni istante del tratto centrale dei diagrammi rappresentativi, risultano:

$$v'_c - e'_c = \text{costante}$$

$$e'_s - v'_s = \text{costante}$$

Per cui r'_c = costante, ed r'_s = costante, nell'intervallo anzidetto.

Quindi, i dati necessari per la determinazione delle leggi di variazione della resistenza interna di un accumulatore sono: in regime di carica: t_c (tempo di carica) i_c, v_c, e_c; ed in regime di scarica: t_s, (tempo di scarica) i_s, e_s, v_s.

Esempio del metodo:

Misura pratica della resistenza interna di una batteria di 100 elementi di accumulatori al piombo, già formati, tipo Melzo da 200 A. O.

Misura della resistenza in regime di carica.

Realizzato lo schema della fig. 1 si è iniziata la carica degli accumulatori. (Prima però sono state prese tutte le misure precauzionali e sono state fatte tutte le verifiche necessarie per evitare deterioramenti e differenti densità degli elettroliti).

Quindi, tenendo chiuso l'interruttore T, si è letta al volmetro V_e la

Circuito di carica

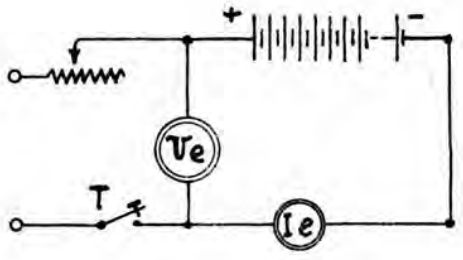


Fig 1.

differenza di potenziale della batteria; invece sollevando per un istante l'interruttore T si è letta al volmetro V_c la f. e. m. della batteria.

La corrente, durante tutto il tempo di carica, è rimasta costantemente a 50 ampère.

I dati desunti degli apparecchi di misura V_c, I_c ed all'orologio sono riportati nella tabella N. 1.

All'inizio ed alla fine della carica si sono rilevate le f. e. m. e la densità

TABELLA N. 1.

t_c	i_c	v_c	e_c	$r_c = \frac{v_c - e_c}{i_c}$	t_c	i_c	v_c	e_c	$r_c = \frac{v_c - e_c}{i_c}$
minuti	amp.	volt	volt	ohm	minuti	amp.	volt	volt	ohm
0′	50	234	205	0,58	105′	50	253	243	0,20
1′	»	236	220	0,32	115′	»	254	244	0,20
2′	»	237	225	0,24	125′	»	255	245	0,20
3′	»	240	229	0,22	135′	»	256	246	0,20
4′	»	241	230	0,22	145′	»	258	247	0,22
5′	»	242	231	0,22	155′	»	264	249	0,30
6′	»	244	233	0,22	160′	»	265	250	0,30
7′	»	245	235	0,20	165′	»	263	249	0,28*
8′	»	245	235	0,20	170′	»	265	250	0,30
9′	»	246	236	0,20	175′	»	266	251	0,30
10′	»	247	236	0,22*	180′	»	268	251	0,34
15′	»	246	236	0,20	185′	»	271	252	0,38
20′	»	246	236	0,20	187,5	»	274	253	0,42
25′	»	246	236	0,20	195′	»	278	254	0,48
30′	»	247	236	0,22*	200′	»	284	255	0,58
35′	»	246	236	0,20	205′	»	286	255	0,62
55′	»	248	238	0,20	210′	»	288	258	0,60*
65′	»	249	239	0,20	215′	»	288	257	0,62
75′	»	250	240	0,20	220′	»	290	259	0,62
85′	»	251	241	0,20	225′	»	290	256	0,60*
95′	»	252	242	0,20	—	—	—	—	—

Circuito di scarica

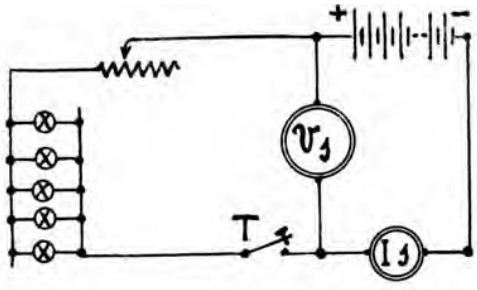


Fig. 2.

TABELLA N. 2.

ELEMENTI	DIFFERENZA DI POTEN.		DENSITÀ	
	iniziale	finale	iniziale	finale
16	2,19	2,43	1,201	1,223
22	2,19	2,40	1,205	1,223
28	2,20	2,42	1,205	1,228
40	2,19	2,39	1,195	1,215
44	2,20	2,45	1,205	1,223
54	2,20	2,40	1,204	1,225

delle soluzioni di alcuni elementi che sembravano più compromessi.

La carica è stata arrestata al momento in cui si è verificato lo svolgimento

TABELLA N. 3.

t_s	i_s	e_s	v_s	$r_s = \frac{e_s - v_s}{i_s}$	t_s	i_s	e_s	v_s	$r_s = \frac{e_s - v_s}{i_s}$
minuti	amp.	volt	volt	ohm	minuti	amp.	volt	volt	ohm
0′	50	232	220	0.24	50′	50	218	208	0,20
1′	»	225	215	0.20*	60′	»	217	208	0,18
2′	»	224	214	0.20*	70′	»	217	208	0,18
3′	»	224	213	0.22	80′	»	217	207,5	0,17*
5′	»	224	213	0.22	90′	»	216.5	207.5	0.18
6′	»	223	212.5	0.21	100′	»	216	207	0,18
7′	»	223	212.5	0.21	110′	»	216	207	0,18
8′	»	223	212.5	0.21	120′	»	216	206	0,20
10′	»	222.5	212	0.21	130′	»	216	205.5	0,21
12′	»	222	211.5	0,21	140′	»	215	204	0,22
14′	»	221	211.5	0,19	150′	»	215	204	0,22*
16′	»	220,5	211	0.19*	160′	»	214	203.5	0,21*
18′	»	220.5	210.5	0.20	170′	»	213	202.5	0.21*
20′	»	220	210.2	0,20	180′	»	210	200	0.20*
25′	»	220	210	0.20	182′	»	208	195	0.26
30′	»	219.7	209.7	0.20	183′	»	204	190	0,28
35′	»	219	209.5	0,20	184′	»	202	188	0,28
40′	»	218	208	0,20	185′	»	200	186	0,28
45′	»	218	208	0,20	186′	»	197	184	0,26*

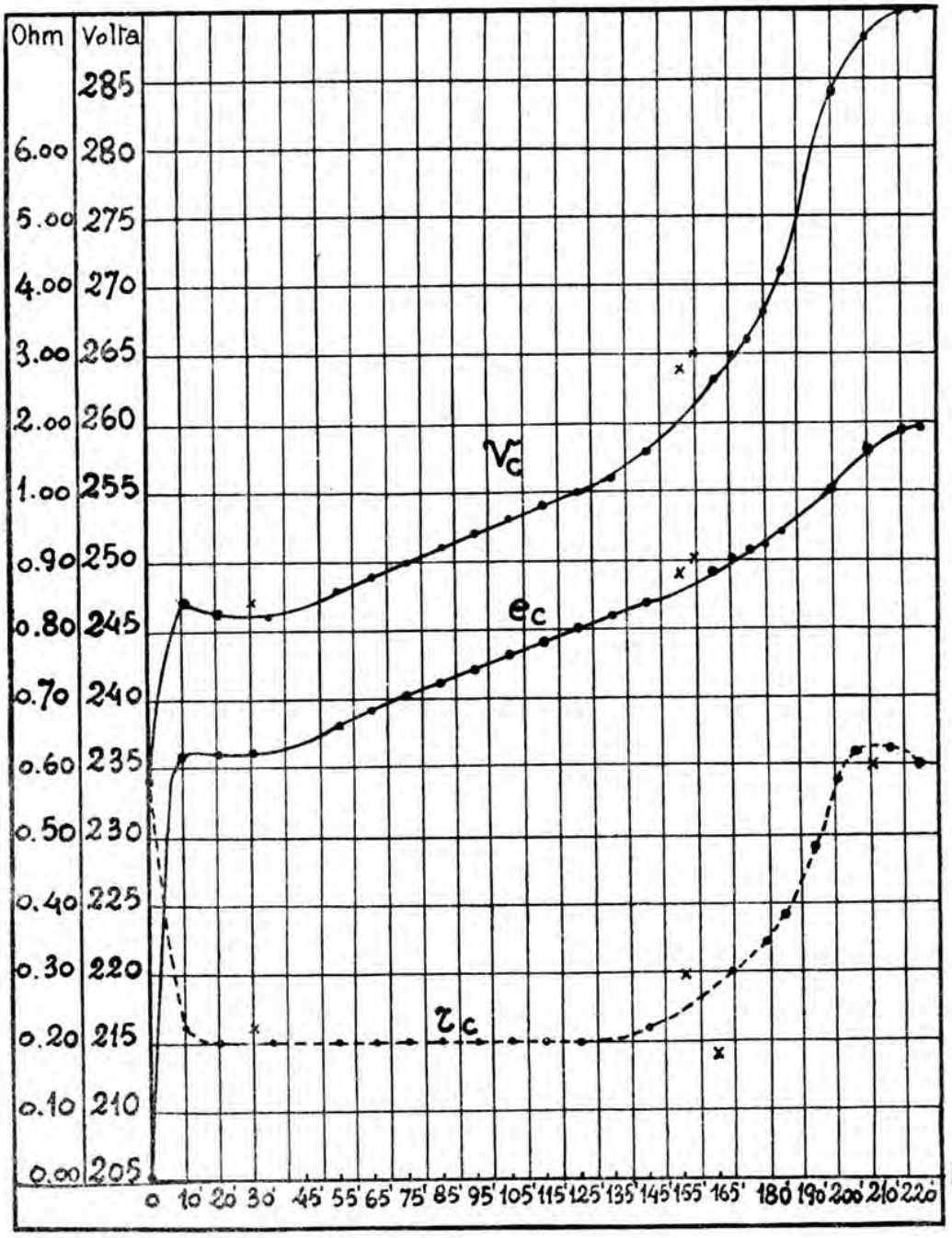

Ohm
Volta
285
6.00 280
5.00 275
4.00 270
3.00 265
2.00 260
1.00 255
0.90 250
0.80 245
0.70 240
0.60 235
0.50 230
0.40 225
0.30 220
0.20 215
0.10 210
0.00 205
V_c
e_c
τ_c
0 10 20 30 45 55 65 75 85 95 105 115 125 135 145 155 165 180 190 200 210 220
t_c

Tavola 1.

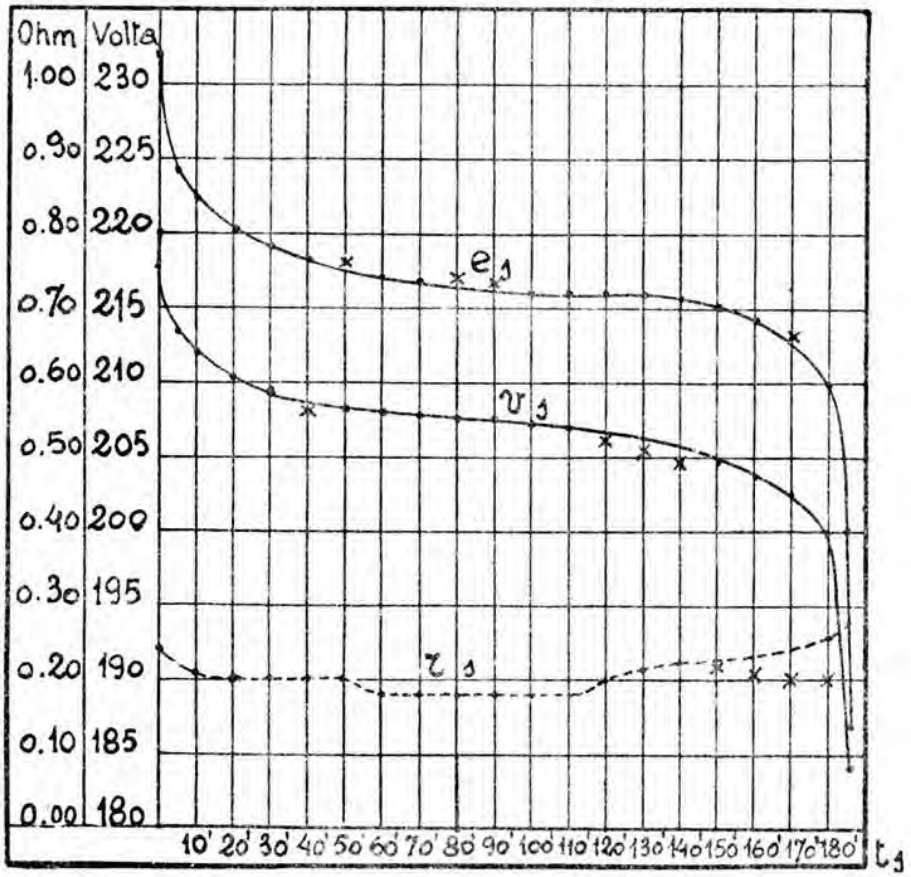


Tavola 2.

dei gas in modo uniforme ed energico da ciascun elemento d'accumulatore.

I dati raccolti sono contenuti nella tabellina N. 2.

Misura della resistenza in regime di scarica.

Quindi si è inserito il gruppo di lampade e si è iniziata la scarica realizzando lo schema della fig. 2.

I dati raccolti dagli apparecchi di misura sono contenuti nella tabella N. 3.

La scarica è stata sospesa - secondo le norme prescritte - ad una f. e. m. di V. 1,9 per elemento.

Anche durante la scarica si è interrotto il circuito, di tempo in tempo, sollevando il tasto *T* e si sono lette le f. e. m. e le differenze di potenziale di scarica.

La corrente di scarica si è tenuta costante e pari a 50 A.

I diagrammi ricavati sono contenuti nelle tav. 1 e 2.

La legge di variazione della resistenza è rappresentata con linea punteggiata nelle tavole stesse.

Il valore della resistenza interna della batteria in un determinato istante della carica o della scarica, è rappresentato dall' ordinata del diagramma rappresentativo della resistenza in corrispondenza dell' istante considerato, preso come ascissa.

La resistenza relativa ad un elemento è definita, dalla resistenza precedente divisa per il numero di elementi d' accumulatori messi in serie.

Donato Gilliberti

Comitato Italiano di Radiotelegrafia Scientifica

BANDO DI CONCORSO.

È noto come la tecnica delle radiocomunicazioni, scientificamente preparata dal Faraday, dal Maxwell, da Hertz, dal Righi e da altri insigni uomini di scienza, e praticamente attuata dal genio inventore del Marconi, è oramai uscita dal periodo empirico qualitativo, per entrare nel periodo razionale o quantitativo, in cui, dall'esame dei fatti osservati, si cerca di dedurre le leggi che li regolano, sia per una conoscenza più completa dei fenomeni, sia per integrare il problema scientifico tecnico della soluzione del problema economico, e calcolare la spesa totale di energia occorrente, insieme con l'effetto utile che vi corrisponde.

Tuttavia, malgrado i meravigliosi progressi realizzati specialmente in quest'ultimo decennio con l'esame e studio dei metodi per la riproduzione e rilevazione delle onde persistenti, molti punti rimangono ancora insoluti.

Il Comitato Italiano di R. T. Scientifica ha esaminato e discusso l'importante argomento di alcuni problemi di tecnica radiotelegrafica tuttora insoluti ed ha deliberato di indire un concorso sopra uno dei temi qui sotto indicati, assegnando un premio di L. 4000 alla migliore monografia che verrà presentata entro il giugno 1928.

I temi posti a concorso sono i seguenti:

1. - Studio della scintilla elettrica, con particolare riguardo al suo comportamento, nella eccitazione ad impulso nei circuiti radiotelegrafici.

2. - Stato attuale ed esame critico dei diversi metodi per attenuare gli effetti dei parassiti naturali nelle trasmissioni radio elettriche.

3. - Esame e studio riassuntivo del così detto fenomeno del « fading » (evanescenza).

4. - Metodi di misura di piccolissime capacità ed induttanze sia localizzate, sia distribuite, con particolare riguardo alla misura della capacità propria delle bobine.

5. - Esame critico delle formule in uso per il calcolo della resistenza ad alta frequenza, delle bobine. Importanza delle diverse cause determinanti la divergenza tra i risultati del calcolo e quelli della esperienza.

6. - Studio oscillografico, ad alta frequenza, delle caratteristiche dei triodi.

7. - Studio delle oscillazioni che possono determinarsi nei circuiti radiotelegrafici a contatti cristallini.

Allo scopo di incoraggiare ed attivare la operosità dei radio dilettanti, l'opera dei quali si è dimostrata così proficua al progresso delle comunicazioni per onde elettromagnetiche, il Comitato ha altresì deliberato di assegnare un altro premio di L. 3000 alla migliore monografia su uno dei seguenti tre argomenti di carattere prevalentemente statistico.

1. - Misura della intensità di ricezione delle trasmissioni r. t. lontane.

2. - Studio sistematico, nella ricezione con telaio, delle variazioni di direzione delle onde trasmesse da una stazione trasmittente.

3. - Studio delle variazioni della intensità nelle trasmissioni con onde cortissime.

Il Comitato si riserva inoltre di prendere in considerazione anche memorie su altri argomenti anche differenti da quelle indicate purchè trattino di materie attinenti alla tecnica delle radiocomunicazioni.

Il termine utile per la presentazione delle monografie nei due concorsi, precedenti scade il 30 Giugno 1928. Le monografie medesime, redatte a stampa o in dattilografia, dovranno essere senza firma, e contrassegnate con un motto, ripetuto in una busta chiusa contenente il nome e l'indirizzo del concorrente. Il tutto dovrà essere inviato, entro il termine predetto, al seguente indirizzo:

Prof. G. VANNI - Segretario Generale del Comitato Nazionale di R. T. Scientifica - Viale Mazzini N. 8.

ROMA (49)

BIBLIOTECA NAZIONALE VITT. EMAN.
ATTI UFFICIALI
11
12

o VII° - N. 1. Gennaio - Febbraio 1928-A. VI. (N. 18 della Raccolta).

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

SOMMARIO:

Modifiche e migliorie al « Bollettino Radiotelegrafico ».

PROF. G. VANNI. - La Conferenza R. T. di Washington e la Assemblea della U. R. S. I.

» » » - Le prove di televisione della « Bell Telephone Co » di New York.

COL. L. SACCO. - Un intensimetro logaritmico.

ABBONAMENTO.

ANNUO (6 numeri). . . . L. 12
UN NUMERO SEPARATO . . L. 3

Inviare l'importo a mezzo vaglia alla DIREZIONE DELL' ISTITUTO R. T. ED E. DEL GENIO MILITARE, Viale Mazzini 8. ROMA (149)

Roma, Tipo-Lit. Off. R.T. ed E. del Genio Mil.
N. 15 - 1928-VI.

Anno VII° - N. 1. Gennaio - Febbraio 1928-A. VI. (N. 18 della Raccolta).

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito



ABBONAMENTO.

ANNUO (6 numeri). . . .	**L. 12**
UN NUMERO SEPARATO . .	**L. 3**

Inviare l'importo a mezzo vaglia alla DIREZIONE DELL' ISTITUTO R. T. ED E. DEL GENIO MILITARE, Viale Mazzini 8. ROMA (149)

Roma, Tipo-Lit. Off. R.T. ed E. del Genio Mil.
N. 15 - 1928-VI.

MODIFICHE E MIGLIORIE AL BOLLETTINO R. T.

Per rispondere, nel miglior modo possibile, ai desideri dei nostri lettori, e in relazione ai nuovi criteri emanati dalla Direzione Superiore del Servizio Specialisti del Genio, il nostro Bollettino, che entra oramai nel 7° anno di vita, subirà, a partire dal gennaio di quest'anno, le seguenti modifiche:

1°) - Sarà pubblicato ogni due mesi invece di ogni tre, divenendo così bimestrale.

2°) - Aumenterà la mole del Bollettino, il numero di pagine di ogni fascicolo venendo portato da 32 a 40.

3°) - Verrà estesa la rubrica scientifico-tecnica, aggiungendo, alla parte destinata agli specialisti della scienza radio-elettrica, un'altra di indole generale, riguardante alcune dottrine della Fisica e della Meccanica aventi speciale importanza nelle moderne applicazioni della Scienza a scopo militare. Tali sarebbero, per es.: la esposizione di talune parti dell'Ottica aventi applicazioni della teletrasmissione di scritti o di immagini, e nella televisione; l'esame delle proprietà generali delle onde (interferenza, polarizzazione ecc.).

4°) - Sarà aumentata la parte bibliografica mercè le recensioni delle principali opere e riviste pubblicate in Italia e all'Estero.

Come è evidente, lo scopo di tali modifiche è quello di aumentare la portata del nostro periodico, curandone il più possibile la diffusione anche presso i corpi ed enti militari non specializzati, in guisa da porre i nostri Ufficiali in grado di valutare, con giusto criterio, la capitale importanza che ha oggi la Scienza in tutti i problemi inerenti alla difesa Nazionale.

Anno VII - N. 1. (N 18 della Raccolta) Gennaio - Febbraio 1928 - Anno VI.

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO
DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

Diretto dal Prof. G. VANNI

La Conferenza R. T. di Washington e la Assemblea della U. R. S. I.

Conferenza R. T. di Washington. - È noto che la Conferenza r. t. Internazionale, recentemente tenuta a Washington dal 4 Ottobre al 26 Novembre p. p., ha avuto per iscopo di rivedere le norme regolamentari sancite nella precedente Conferenza di Londra del 1912, portandovi le modificazioni rese necessarie dai grandi progressi realizzati, dopo quell'epoca, nella tecnica delle comunicazioni radioelettriche. Intento principale da conseguire era, altresì, quello di ridurre, malgrado l'enorme aumento del traffico odierno, la possibilità dei disturbi tra le varie stazioni emittenti stabilite sia in mare sia in terra, pur aumentandone il numero e la portata insieme con la sicurezza di funzionamento.

La Delegazione Italiana venne, per diretto interessamento di S. E. il Capo del Governo, così costituita: Gr. Uff. Gneme del Ministero delle Comunicazioni, Presidente; Prof. Vanni e Colonnello Bardeloni delegati del Ministero della Guerra; Comandanti Montefinale e Della Campana per il Ministero della Marina; Colonnello Gerbi per la Marina Mercantile; Comm. Barbera e Cav. Aurini per il Ministero delle Comunicazioni; Comandante Zonta per il Ministero della R. Aeronautica.

La importanza della Conferenza e la estensione dei problemi trattati, si comprendono subito se si pensa che ad essa hanno preso parte, in numero di trecentosessanta, i Delegati di 80 Nazioni e di 76 compagnie private. La Conferenza fu iniziata il 4 Ottobre con due magistrali discorsi, uno del Presidente degli Stati Uniti Sig. Coolidge e l'altro del Ministro del Commercio, Presidente della Conferenza, Sig. Hoover. Le sedute ed i lavori si svolsero ininterrottamente durante sette settimane fino al 26 Novembre u. s. e si chiusero con un altro notevolissimo discorso del Sig. Hoover.

La Conferenza precedente aveva avuto luogo a Londra nel 1912 e ad essa avevano preso parte 40 Nazioni con 150 rappresentanti; quella attuale è quindi risultata di gran lunga più importante, così per il numero delle Nazioni intervenute come per la estensione dei problemi trattati, estensione alla sua volta dovuta allo sviluppo che ha avuto, specie negli ultimi anni, la nuova scienza dovuta al genio inventore del Marconi. Basta, a tale scopo, pensare che, all'epoca della Conferenza di Londra, quindici anni fa, le comunicazioni radioelettriche erano essenzialmente limitate a quelle delle navi fra loro e delle navi con la terra ferma; che erano assai scarse le comunicazioni a grandi distanze, e quelle delle navi aeree; che non esisteva la radiodiffusione (broadcasting), e che, infine, erano affatto sconosciute le meravigliose proprietà delle onde corte e cortissime, comprese fra 10 a 200 metri. Tenendo quindi presente la necessità di disciplinare la Convenzione e il Regolamento di Londra, in seguito ai sopra accennati progressi, si comprende quanto sia stato ponderoso il lavoro compiuto dall'attuale Conferenza, in circa sette settimane.

I principali argomenti presi in esame furono i seguenti:

1°) — Revisione del testo della Convenzione e del Regolamento, fissati dalla Conferenza di Londra.

2°) — Classificazione delle onde elettromagnetiche e distribuzione delle loro frequenze tra i vari servizi.

3°) — Disposizioni concernenti la sicurezza della vita umana in mare e nelle vie aeree.

4°) — Classificazione delle varie categorie di stazioni e di servizi radioelettrici, e disposizioni per evitare i disturbi reciproci o interferenze.

5°) — Servizi di radiodiffusione e speciali (radiofari, radiogoniometria, segnali orari e metereologici).

6°) — Installazioni radioelettriche private.

Allo scopo di ottenere una conveniente ripartizione della gran mole di lavoro, fu stabilito, fin dalle prime sedute, di costituire un certo numero di Commissioni aventi ciascuna un determinato compito, e, ove questo fosse troppo vasto o complesso, ciascuna di dette Commissioni poteva, alla sua volta, dividersi in due o tre sottocommissioni. I resoconti delle diverse sedute, di prossima pubblicazione, porranno in evidenza la importanza delle decisioni prese e la parte avuta, nelle varie discussioni, dai membri della Conferenza. Devesi, però, con viva soddisfazione, notare il grandissimo contributo che, a tali discussioni, ha portato l'Italia, e il fatto che la Conferenza mostrò di tenere in gran conto ed apprezzare grandemente l'opera nostra, giacchè, sopra una quindicina fra Commissioni e sotto Commissioni, la Presidenza di *tre* venne assegnata a tre della nostra Delegazione. Il Gr. Uff. Gneme venne, infatti, chiamato alla Presidenza della Commissione delle tariffe, il Prof. Vanni alla Presidenza di una sotto Commissione incaricata di studiare alcuni speciali problemi tecnici, e il Comandante Montefinale alla Presidenza di una speciale sezione incaricata di esaminare certe questioni inerenti ai servizi mobili, marittimi ed aerei.

Come risulta evidente dall' esame delle quistioni sottoposte al giudizio della Conferenza di Washington, i problemi da risolvere erano, oltre che complessi del punto di vista amministrativo e giuridico, di indole prevalentemente scientifico - tecnica e richiedevano, insieme con una grande competenza in materia, una grande larghezza di vedute ed uno spirito non comune di mutua tolleranza, per poter esaminarne obbiettivamente i diversi aspetti, e risolverli dal punto di vista internazionale. Come fa giustamente osservare il Presidente Hoover nel suo discorso di chiusura, i sessanta articoli, alcuni dei quali divisi in più parti, costituenti complessivamente la Convenzione ed il Regolamento, fondati sopra circa 150 rapporti differenti elaborati dalle diverse Commissioni e sotto Commissioni, oltre che mettere in evidenza la qualità sopraccennate, mostrano una profonda conoscenza della scienza elettrica, quale solo a pochi specialisti è dato di avere. Tutti i principali Stati del mondo avevamo, infatti,

inviato a Washington i migliori cultori delle varie discipline sia giuridico-amministrative, sia tecniche. Questi ultimi, riuniti in una Commissione tecnica posta, per unanime consentimento dell'Assemblea, sotto la Presidenza dell'illustre Generale Ferriè, menbro dell'Istituto di Francia, furono divisi in tre sotto Commissioni e in sezioni, due delle quali presiedute, come si è detto, da membri della Delegazione Italiana. Le altre sotto Commissioni furono presiedute dall'illustre Prof. Kennelly della Università di Harvard (Massachusset) e dal Signor Shaughnessy, Ingegnere Capo del Post-Office di Londra, noto specialista in materia di radiocomunicazioni.

Lo spazio che ci è qui consentito non permette di esporre, e tanto meno di mettere in rilievo, le diverse questioni affrontate e risolute della Conferenza. Ne indicheremo appena, sommariamente, qualcuna.

È noto che, per evitare o attenuare i reciproci disturbi o interferenze di due emissioni radioelettriche simultanee, e fare in modo che, alla ricezione, possano essere separate, occorre che le emissioni stesse corrispondano a frequenze o lunghezze d'onda differenti e abbiano, come si dice con linguaggio tolto dall'acustica, un certo intervallo. L'esperienza e la teoria dimostrano che questo intervallo non è costante, ma varia secondo la posizione occupata dall'onda di cui si tratta. La attribuzione delle frequenze relative ai diversi servizi e dell'intervallo, in più o in meno, che devesi assegnare per evitare i disturbi, è stata, pertanto, una delle questioni più ardue che la Conferenza ha risoluto, la difficoltà essendo aumentata dal fatto dell'enorme numero di stazioni e trasmissioni radioelettriche in tutto il mondo. Si è stabilito per es. che la frequenza di 500 kilocicli, cioè l'onda di 600 m., sia esclusivamente riservata al segnale di soccorso di tutte le stazioni mobili, siano marittime, siano aeree, e che nessun altro servizio possa farsi se non con un'onda differente di 15 kilocicli in più o in meno, vale a dire differente di 20 metri; in altre parole, è stato stabilito che la gamma di onde compresa da 580 a 620 metri (frequenza da 485 e 515 kilocicli) non possa essere adoperata per nessun motivo e da nessun servizio, allo scopo di non disturbare l'onda di 600 metri destinata alla chiamata di soccorso.

Quanto precede, serve a dare un'idea della complessità del

problema dei disturbi e delle interferenze, e della cura estrema con la quale la Conferenza, e più specialmente la Commissione tecnica, hanno proceduto alla assegnazione delle varie gamme di frequenza e di onda. In generale, può dirsi che la gamma fra 10 e 100 kilocicli, vale a dire quella delle onde lunghe fra 30 e 3 kilometri, è stata assegnata ai servizi di stazioni fisse a lunga distanza; la gamma tra 100 e 500 kilocicli (onda da 3000 a 600 metri) ai servizi mobili e fissi e ad alcuni servizi di radiodiffusione, i quali hanno, altresì, la gamma tra 500 e 1500 kilocicli (onda da 600 a 200 metri). La serie di onde comprese tra 1500 e 6000 kilocicli (200 a 50 m.) è stata ripartita tra diverse specie di servizi fissi e mobili. Infine, la gamma delle onde eteree rapidissime, da 6000 a 60.000 kilocicli, vale a dire la gamma delle onde corte e ultra corte da 50 a 5 metri, riconosciuta di grande efficacia per le comunicazioni tra punti fissi a grande distanza, è stata riservata per detti servizi, ed alcune zone di essa sono accordate ai radiodilettanti ed operatori, accogliendo così il voto che questa benemerità classe di cultori della tecnica radio-elettrica, aveva avanzato.

È questa la prima volta, è bene rilevarlo, che l'opera dei radio dilettanti è stata riconosciuta ufficialmente, ed ha avuto una pubblica sanzione con una regolamentazione di carattere internazionale. Come fa giustamente osservare il Sig. Hoover, i giovani radiotelegrafisti di tutto il mondo hanno avuto, con le decisioni di Washington, una condizione ben definita, oltre che dal punto di vista giuridico, anche da quello tecnico. Aggiungasi che, a quest'ultimo, hanno dato anche maggior peso le determinazioni che sono state prese nell'Assemblea generale della Unione Radioelettrica Scientifica Internazionale (U.R.S.I.) riunitasi presso l'Accademia delle Scienze di Washington dal 10 al 28 Ottobre, ed alla quale avevano partecipato, insieme con molte personalità eminenti della Conferenza radiotelegrafica, insigni cultori della Scienza elettrica, quali per es. l'Appleton e il Dye, appositamente venuti a Washington per la circostanza. Le legittime aspirazioni dei radio amatori sono state pricipalmente sostenute, nelle discussioni della U.R.S.I., dal Presidente di questa Generale Ferriè, dal Segretario generale Professore Goldschmidt, dal Prof. Vanni presidente della Commissione internazionale degli operatori e radio dilettanti, dal Signor Warner Segretario della Unione Americana, ecc.

Particolare cura ha posto la Conferenza nel trattare quella fra le numerose applicazioni della invenzioni del Marconi, che si riferisce alla sicurezza della vita umana in mare. Speciali disposizioni sono state stabilite per disciplinare, con la massima cura, i servizi radiotelegrafici a bordo delle navi, in relazione alle modalità degli impianti, alle lunghezze d'onda, agli orari di ascolto, al numero di operatori sopra ogni nave ecc.; tutto, insomma, è stato regolato in modo che, anche nelle lunghe traversate transoceaniche, non vengano mai a mancare le comunicazioni tra navi e continenti.

Si pensi che, durante la traversata da New York a Napoli, per es. sopra un percorso di circa 8000 kilometri, è sempre possibile, ad un transatlantico moderno, dare e ricevere notizie dal continente americano o auropeo, e mantenere il contatto con altre navi. Si immagini quale sicurezza dia al viaggiatore, che si trova in mezzo all'oceano, la possibilità di siffatta comunicazione! Tutti sanno, infatti quante vite umane debbono la loro salvezza a questa che, fra tutte le altre applicazioni della tecnica radioelettrica, è la più importante dal punto di vista umanitario e sociale. La salvaguardia della vita umana in mare e nella navigazione aerea, effettuata per mezzo della radiotelegrafia, basterebbe, da sola, a rendere benemerito della umanità, oltre che della Scienza, il nome del Marconi!

Visite a Laboratori ed Officine. - Pur attendendo ai lavori della Conferenza, i Delegati italiani hanno avuto agio di visitare, unitamente agli altri, stabilimenti ed officine importanti, sia a Washington, sia a New York. Notevole, fra tutte, è stata la visita, effettuata negli ultimi tre giorni di Ottobre, dei laboratori della « American Telephone and Telegraph Co. » della « New York Telephone Co. » e della « Bell Telephone » di New York. La sera del 31 Ottobre, nei grandiosi locali della « Bell Telephone », furono effettuate le seguenti importantissime esperienze;

1°) - Conversazione, per radiotelefonia transoceanica, fra New York e l'ufficio del Post Office di Londra.

2°) - Dimostrazione del « Cinema parlante » nella quale si potè assistere ad una magnifica audizione del canto del Tenore Martinelli del Metropolitan, mentre, sullo schermo, se ne seguiva, con sincronismo perfetto, l'azione scenica.

3°) - Esperienza, a breve distanza, di televisione nella quale si potè osservare, riprodotta sopra uno schermo, la immagine di una persona situata in un'altra stanza dell'edificio, mentre nel telefono, se ne sentiva la voce. Il colore, i particolari della fisionomia, la espressione degli occhi, tutto fu riprodotto con rara perfezione.

L'esperimento di televisione è stato uno dei più nuovi e meravigliosi che sia dato immaginare e crediamo che sia opportuno dare ai lettori un'idea generale dei principî scientifici su cui tale esperimento si basa, ciò che faremo in seguito.

Assemblea della U. R. S. I. — Approfittando della circostanza che, in occasione della Conferenza Radiotelegrafica, si trovavano riuniti nella Capitale degli Stati Uniti molti fra i principali tecnici e cultori della scienza di tutto il mondo, si pensò di tenere a Washington, dal 10 al 28 Ottobre, l'Assemblea Generale della Unione Radiotelegrafica Scientifica Internazionale (U. R. S. I.) la quale, ha, come è noto, lo scopo precipuo di studiare, dal punto di vista esclusivamente scientifico, tutto quanto si riferisce alle radiocomunicazioni facilitando ed organizzando le ricerche, sia dei singoli sperimentatori ed uomini di scienza privati, sia degli enti tecnici costituiti. L'opera di detta unione costituisce quindi un complemento, avente indole prettamente scientifica, della attività degli enti statali o privati che si occupano della tecnica radio elettrica.

Iniziata fin dal 1919, organizzata in maniera definitiva a Bruxelles nel 1922, la U. R. S. I. comprende, presso le principali Nazioni aderenti, cinque Commissioni internazionali così costituite:

Generale FERRIÉ (Francia) Presidente Generale dell'Unione

1ª Commissione	(Metodi di misure radiotelegrafiche)	Presid.	Prof. ABRAHAM	(Francia)
2ª »	(Propagazione delle onde hertziane)	»	Dott. AUSTIN	(Stati Uniti)
3ª »	(Perturbazioni elettroatmosferiche)	»	Prof. ECCLES	(Gran Bretagna)
4ª »	(Radiodilettanti ed operatori	»	Prof. VANNI	(Italia)
5ª »	(Studio gener. delle oscillaz. elettriche)	»	(da nominare)	

Le sedute ebbero luogo nei locali della Accademia delle Scienze di Washington; a sostituire i Presidenti, Signori Eccles ed Abraham non intervenuti alla Conferenza, furono delegati: il Dott. Dellinger, capo dei servizi radiotelegrafici presso il « Bureau of Standards » ed il Prof. Dye del « National Physical Laboratory » di Londra.

I lavori furono svolti, in diverse riunioni, dal 10 al 28 Ottobre e, come risulterà dai resoconti delle sedute, riuscirono imponenti per il numero e la varietà delle questioni discusse come per il valore degli uomini di scienza e dei tecnici ivi convenuti. Lo scrivente fu, unitamente ai colleghi, confermato nella carica di Presidente della IV^{a} Commissione, della quale sono state ampliate le attribuzioni, estendendole ai rapporti della radiotelegrafia con altre scienze quali la géofisica, l'astronomia, ecc. Fu, infine, stabilito che la prossima assemblea avrà luogo a Bruxelles, nel settembre dell'anno 1928.

È da notare che, insieme con la esposizione dell'attività del Comitato Nazionale Italiano, presieduto dal Sen. O. M. Corbino, lo scrivente ebbe la opportunità, suscitando grande interessamento nell'Assemblea, di esporre alcuni recenti lavori di indole non riservata, eseguiti dal Col. Sacco, Direttore dell'Officina Radiotelegrafica ed Elettrotecnica del Genio militare.

In conclusione può dunque dirsi, con legittimo compiacimento, che nella Conferenza R. T. di Washington, come nella Assemblea della U. R. S. I., l'Italia si sia fatta onore ed abbia avuto il posto che le spettava ed a cui dava diritto la feconda operosità dei suoi tecnici e dei suoi rappresentanti!

Ma deve essere tenuto presente che se, per la genialità e prontezza d'ingegno dei suoi figli, i quali molto contributo individuale arrecano al progresso della scienza in genere e a quello della radiotelegrafia in ispecie, creata appunto dal genio di un nostro grande connazionale, l'Italia è sempre la prima, o fra le prime, il nostro contributo collettivo non è, in proporzione, così esteso. Dal punto di vista di una ben disciplinata organizzazione del lavoro e della ricerca, molte altre Nazioni sono assai avanzate, e, prima fra tutte, a parere dello scrivente, gli Stati Uniti. Basta esaminare e visitare i sopra nominati stabilimenti della Bell Co. e

il Bureau of Standards di Washington, che è un modello del genere, per convincersene.

È appunto grazie a questa organizzazione che si sono potute realizzare le meraviglie tecnico-scientifiche a cui abbiamo assistito nei laboratori della American Telegraph and Telephone, e della Bell Telephone Co., di quei laboratori che, dovrebbero altresì portare il nome glorioso dell' inventore del telefono, di Antonio Meucci. In ogni modo, poichè, per una ragione o per l'altra, gli Stati Uniti occupano un posto eminente nel progresso della tecnica elettrica, sarà bene seguire da vicino tale progresso e tenervisi il più possibile in contatto, sia con la lettura delle pubblicazioni, sia col frequente invio di tecnici militari e civili i quali, sul posto, constatino direttamente i risultati dovuti alla meravigliosa attività ed alla sapiente organizzazione del popolo Americano!

PROF. G. VANNI

Le prove di televisione della "Bell Telephone Co.„ di NEW YORK.

Il 7 Aprile 1927 segna una data memorabile nella storia delle applicazioni della Scienza, giacchè in detto giorno fu eseguita, per la priva volta, una pubblica esperienza di televisione, fatta, *per filo*,

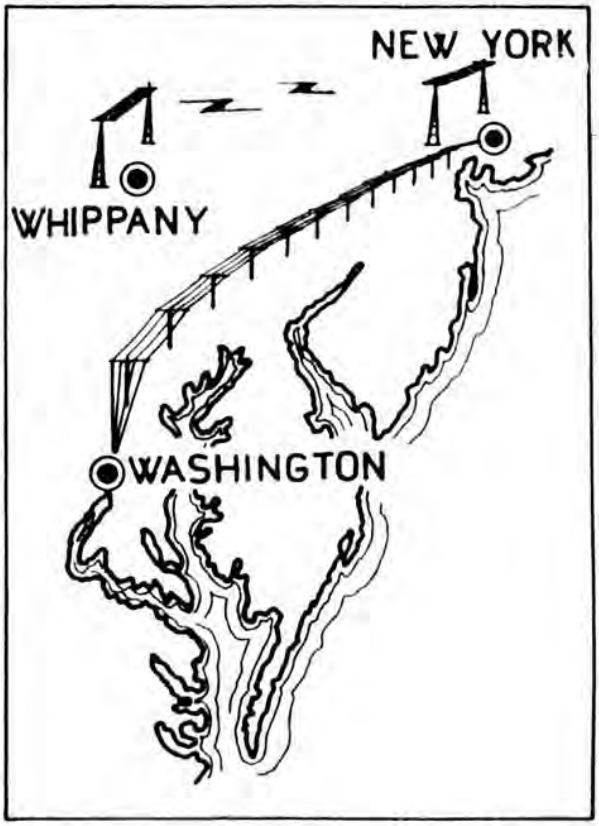


Figura 1.

tra i laboratori della « Bell Telephone » a New York e quelli della « Potomac Co. » a Washington (400 Km.) e *senza filo*, tra New York e Whippany (35 Km.) (fig. 1). Oltre ai rappresentanti della stampa

erano presenti: a New York, il Presidente W. Gifford della « American Telephone and Telegraph Co. » ed altre personalità scientifico tecniche (fig. 2); a Washington, S. E. il Ministro del Commercio Hoover, Presidente della Conferenza R. T., insieme al Generale Carty ed ai Signori Berry e Davis (fig. 3).

L'esperienza riuscì completamente e fu oltremodo interessante. Prima il Ministro Hoover a Washington e il Sig. Gifford a New York, e, in seguito, le altre coppie di invitati, poterono ciascuna



Figura 2.

vedere la immagine del compagno lontano, e contemporaneamente, per telefono o per radio-telefono, *parlare !*

Una esperienza analoga, in proporzioni più modeste, fu fatta per filo, da una stanza all'altra nei laboratori della « Bell Telephone » di New York, la sera del 31 Ottobre u. s. innanzi allo scrivente ed agli altri Delegati della Conferenza di Washington, appositamente invitati a New York durante una breve sosta di lavoro della Conferenza. In quella sera furono altresì eseguite, prove radiotelefoniche tra New York e Londra, e prove del cinema parlante. Per speciale interessamento del Generale Saltzmann, Capo del « Signal

Corps » degli Stati Uniti, furono, inoltre, dati allo scrivente, il 22 Novembre u. s., ulteriori schiarimenti e notizie sulle esperienze di televisione, dai Signori H. Ives, Ingegnere capo delle ricerche ottiche, e V. Hartley, Direttore del Laboratorio r. t. della « Bell Telephone ». A causa della estrema brevità del tempo (giacchè il giorno seguente, 23 Novembre, doveva aver luogo la partenza per l'Italia) chi scrive non ha potuto avere che un'idea generale sommaria delle importanti ricerche; queste, è bene notarlo per



Figura 3.

mostrarne la grande complessità, integrano gli studi ininterrottamente continuati, per anni, da non meno di *200 ingegneri* e tecnici della Compagnia Bell!

Facendo astrazione da ogni particolare, lo scrivente tenterà di dare un'idea generica degli apparati e, sopratutto, dei fondamenti scientifici della nuova e meravigliosa scoperta, utilizzando principalmente la pubblicazione dell'Amer. Inst. of El. Engineers in data 20-24 Giugno 1927, da cui sono estratte le figure qui riprodotte.

§ 1. - **Principî fisici della televisione.** — Vi è, in linea generale, una grande analogia fra la televisione e la telefonia propriamente detta, quantunque gli scopi finali ottenuti siano essenzialmente differenti. Nel trasmettitore telefonico, le onde sonore elementari costituenti l'onda fonica complessiva della voce o di uno strumento, sono, con un adatto apparecchio (microfono o telefono) sensibile alle onde acustiche, trasformate in correnti elettriche variabili, di ampiezza e fase diverse secondo la entità dei dei detti suoni elementari. Tali correnti si propagano nel filo di linea, fino all'apparato ricevente dove, per azione elettromagnetica e con processo esattamente inverso della trasmissione, sono trasformate di nuovo in onde sonore, ricostituenti complessivamente il suono o l'insieme dei suoni avanti l'apparato trasmittente. Una trasmissione telefonica comprende, quindi, tre parti essenziali: l'apparato trasmittente, il filo di linea e l'apparato ricevente. È importante notare che, pur effettuandosi, in telefonia, una trasmissione di suoni, ciò che si propaga, dalla stazione trasmittente alla ricevente, non è l'onda sonora, ma *energia elettromagnetica,* in cui essa si è trasformata e che serve, per così dire, come organo o mezzo intermediario.

Fenomeni analoghi si hanno nella *televisione,* e, in generale, nella fototrasmissione di disegni a immagini. Alla stazione di partenza, le luci di vario colore e gradazione che sono emesse o diffuse dai singoli elementi della immagine da trasmettere sono, per mezzo di un adatto apparecchio, trasformate in correnti di intensità variabile secondo la intensità delle luci agenti; queste correnti, guidate da fili conduttori nelle trasmissioni *con filo,* ovvero trasmesse liberamente, sotto forma di onde elettromagnetiche, nelle trasmissioni *senza filo,* arrivano alla stazione ricevente, ove un adatto apparecchio le ritrasforma di nuovo in luci di vario colore e luminosità, tali da riprodurre, nel loro insieme, l'immagine da trasmettere della stazione di partenza. Anche qui, come nel telefono, ciò che si propaga non è il suono o luce, ma *energia elettrica,* sotto forma di correnti variabili.

§ 2. - **Elementi principali di una fototrasmissione.** — Da quanto è stato detto, si comprende come gli elementi essenziali di una fototrasmissione siano tre:

1°) - un organo che trasforma le luci e le ombre delle immagini da riprodurre, in correnti elettriche;

2°) - un mezzo, materiale o immateriale, capace di trasmettere tali correnti variabili a distanza, fino alla stazione ricevente;

3°) - un organo o apparecchio che ritrasformi le correnti stesse in luci ed ombre, corrispondenti, in intensità e posizione, a quelle della immagine primitiva.

L'organo che trasforma le variazioni di corrente, è la *cellula fotoelettrica* di cui il principio, sviluppato da Elster e Geitel, è stato scoperto da Hertz. Tale cellula consiste essenzialmente in un tubo di vetro, avente varia forma e vuotato il più possibile, ove si trovano un elettrodo metallico ed un'altro elettrodo (catodo) costituito da un sottile strato, deposto sul vetro, di amalgama di potassio. Quando la cellula si trova nel buio, la corrente elettrica che può ottenersi collegando i due elettrodi con un circuito esterno, è nulla; ma non appena il catodo alcalino è colpito da una luce di una certa intensità, il potassio emette degli elettroni, e si genera così una corrente la cui intensità è sensibilmente proporzionale alla luce incidente, della quale segue, senza inerzia o ritardo sensibile, le variazioni anche se rapidissime.

È da osservare che, a causa della enorme resistenza della cellula fotoelettrica, cioè dello spazio compreso tra i due elettrodi, la corrente determinata dalle variazioni di intensità della luce incidente è debolissima; ma è possibile amplificarla, come si fa nella televisione; per mezzo di apparati amplificatori a triodi analoghi a quelli adoperati nella tecnica radiotelegrafica.

§ 3. - **Analisi ottica. - Disco rotante di Plotnow.** — Nell'apparato trasmittente, avviene, come si è visto, la trasformazione in corrente elettrica delle luci emesse, direttamente o per diffusione, dai diversi elementi superficiali dell'oggetto o dell'immagine da riprodurre (disegno, figura umana, ecc.), Ora l'esperienza prova che i migliori risultati si ottengono quando si illuminano successivamente in un tempo brevissimo, i diversi elementi della figura obbiettiva. A causa, poi, della inerzia della retina e del corrispondente fenomeno della persistenza delle immagini, per cui la sensa-

zione visiva continua circa *un quindicesimo di secondo* dopo che è cessata la eccitazione del nervo ottico, è chiaro che, analogamente a quello che avviene nella cinematografia, volendo ottenere la visione animata della figura da trasmettere, occorrerà che ogni immagine singola, corrispondente a tutti gli effetti ottici e fotoelettrici di una determinata fase del movimento, sia trasmessa, dalla stazione di partenza a quella di arrivo e qui riprodotta, nella ragione di 15 o più a minuto secondo. È facile quindi concepire la verità di questo concetto fondamentale utilizzato da molti inventori, e cioè che il problema della *televisione* di oggetti o corpi in movimento, vale a dire della telecinematografia, differisce dalla *fototelegrafia* di disegni o figure, sostanzialmente per la *rapidità* delle trasmissioni dei segnali; in guisa che, in linea generale, può dirsi che un procedimento qualunque telefotografico, abbastanza rapido perchè tutta la immagine sia trasmessa in meno di $^1/_{15}$ di secondo, permette di realizzare un dispositivo di televisione.

È chiaro, poi, che, per avere nell'apparato ricevente una riproduzione fedele della figura da trasmettere, occorrerà che se ne faccia, alla stazione di partenza, la separazione o analisi ottica, dividendola in un gran numero di elementi superficiali (fig. 4), tanto più numerosi, in relazione alle dimensioni della figura, quanto maggiore è la esattezza della riproduzione. L'esperienza prova che, per avere risultati soddisfacenti, l'elemento di superficie non deve essere inferiore ad un certo limite, che varia altresì secondo che si voglia trasmettere un disegno o una fotografia, come quella per es. della fig. 4, ovvero, come nel caso delle esperienze di televisione cinematografica, una figura umana in movimento. In questo caso, i risultati migliori si ottengono dividendola, con qualche adatto artificio, in 50 elementi orizzontali rettangolari di una certa altezza; supponendo ciascuno di questi, alla sua volta, suddiviso in altrettanti elementi per mezzo di linee verticali, tutta la figura risulterà decomposta, complessivamente, in $50 \times 50 = 2500$ elementi superficiali.

Il modo migliore per ottenere tale suddivisione o analisi ottica, è quello di illuminare successivamente e secondo un certo ordine in un tempo brevissimo, la figura da trasmettere, nel modo praticato dai tecnici della Bell Co., mercè l'uso del così detto disco

rotante di *Plotnow* immaginato fin dal 1884, quando furono fondati i principî fisici della televisione. Esso consiste in un disco metallico *M N* (fig. 5) rotante a grande velocità (16 giri a secondo) munito di 50 fori come (1) (2) (3) .... aventi una certa superficie secondo le dimensioni della figura, e disposti, a intervalli regolari,



Figura 4.

verso la periferia del disco, secondo una spirale di Archimede. La distanza di due fori successivi è eguale alla larghezza della immagine *A B C D* da riprodurre, e ciascuno è più vicino del precedente, al centro del disco, per un certo intervallo. Avendo interposto il disco tra una sorgente di luce e la figura da trasmettere e facendolo rotare nel senso della freccia, è chiaro che la luce di

ciascun foro, per es. (1), percorre una striscia orizzontale *A B* della immagine, in un tempo tanto più piccolo quanto più rapida è la rotazione; successivamente il foro seguente (2) percorre, nello stesso intervallo di tempo, una seconda striscia e così via, in guisa che l'immagine da riprodurre viene, ad ogni giro del disco, percorsa dal raggio luminoso e suddivisa in 50 elementi orizzontali contigui; e poichè il disco compie 16 giri a secondo, detto percorso o separazione in elementi avrà luogo, ad ogni giro, in $^1/_{16}$ di secondo, cioè in un tempo minore di quello corrispondente alla persistenza delle immagini.

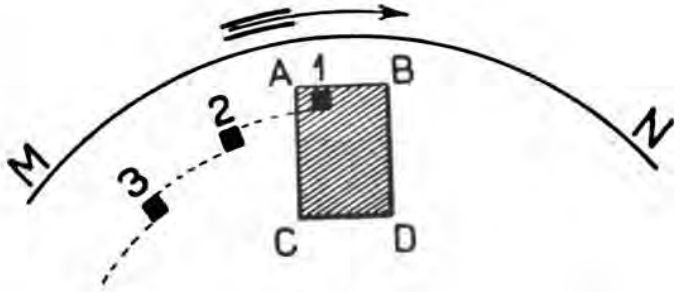


Figura 5.
Disco di Plotnow.

§ 4. - **Esperienza di televisione.** — Siamo ora in grado di intendere, nelle linee generali, l'andamento di una esperienza di televisione quale fu presenziata dallo scrivente.

All'apparato di trasmissione, una sorgente *A*, (fig. 6 e 7) di luce molto intensa, invia, mediante un opportuno sistema di lenti, un fascio di luce che, attraverso ad un disco rotante di Plotnow *D*, va ad illuminare successivamente, per ogni giro in un tempo inferiore a $^1/_{15}$ di secondo, la figura della persona che si vuol far vedere a distanza; questa è così illuminata da un fascio di luce che ne percorre tutti gli elementi, effettuandone l'analisi ottica.

La luce riflessa o diffusa da detti elementi va a colpire tre grosse cellule fotoelettriche a_1 a_2 a_3 disposte, una orizzontalmente e due verticalmente, intorno al disco di Plotnow e collegate in parallelo. I fasci di luce diffusi dal viso della persona, determinano

così una corrente fotoelettrica, la quale, convenentemente amplificata da apparati amplificatori radiotelegrafici, è trasmessa, attraverso fili conduttori, ovvero per onde hertziane, alla stazione di arrivo.

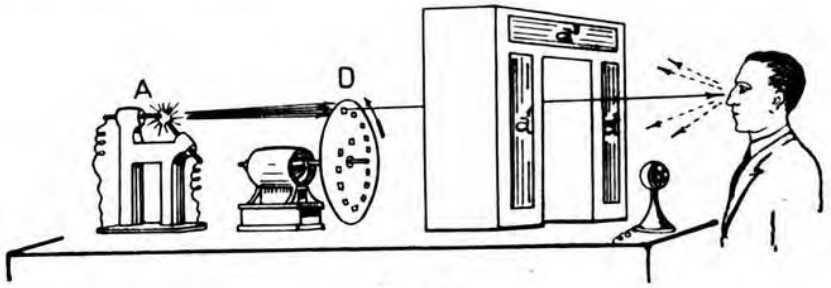


Figura 6.



Figura 7.

L'apparato ricevente, rappresentato nelle figg. 8 e 10 appartiene a due tipi differenti.

Il primo (fig. 8) destinato ad una sola persona, consta essenzialmente di un disco di Plotnow *D* simile a quello della stazione trasmittente, munito come questo di 50 fori, e mosso da un motore

posto in perfetto sincronismo col primo, in modo che risultino rigorosamente eguali non solo le velocità di rotazione di entrambi, ma anche le fasi del movimento. L'osservatore guarda attraverso ad un telaio rettangolare *R* collocato alla periferia del disco, e di tali dimensioni che solo un foro di questo può apparire, in un dato istante, nel campo di visione.

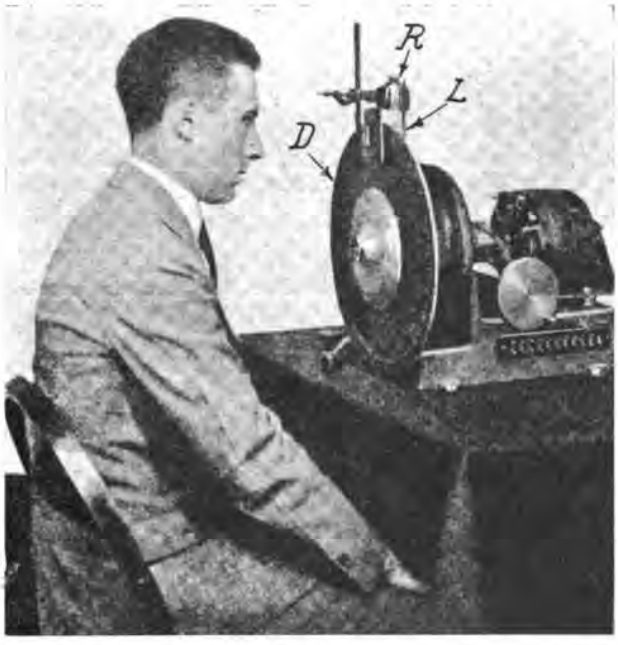


Figura 8.

Durante la rotazione, detti fori passano, uno dopo l'altro, nel campo visuale, secondo una serie di linee parallele ciascuna leggermente spostata rispetto alla precedente, fino a che, dopo un giro intero del disco, l'intero campo di visione sia coperto. Al di là del disco, si trova una lampada a neon L, di forma e costituzione speciale, rappresentata più in grande nella figura 9, nella quale si trovano due elettrodi rettangolari metallici disposti a breve distanza (1 $^{m}/_{m}$) l'uno dall'altro. Questi elettrodi sono attivati dalla corrente fotoelettrica destata, nel modo che si è visto, alla stazione

trasmittente e la cui tensione è convenientemente aumentata per mezzo di opportuni amplificatori a triodo. Regolando la pressione del gas contenuto nella lampada si può fare in modo che l'intervallo compreso tra i due elettrodi si trovi nel così detto «spazio oscuro catodico» ove nessuna luminosità apparisce. Quando, in seguito alla attivazione della lampada ricevente, ha luogo una scarica tra i suoi due elettrodi, si sviluppa sulla superficie esterna del catodo uno strato luminoso (luce catodica); e se, in un dato instante, un foro del disco mobile si trova nel campo, l'osservatore guardando la lampada a neon, avrà la sensazione di una piccola zona brillante luminosa, determinata dalla corrente di linea del sistema, la quale è, per la nota proprietà dell'azione fotoelettrica, proporzionale alla intensità dell'elemento superficiale della figura, nello stesso istante illuminato alla stazione trasmittente. Poichè queste visioni singole dei diversi elementi della immagine si succedono, a causa della grande velocità di rotazione e del sincronismo dei due dischi, in un brevissimo tempo e nello stesso ordine con cui ha luogo, alla stazione di partenza, l'illuminazione della figura, ne risulta che l'osservatore avrà, nell'apparato ricevente, la visione della figura stessa. Per mezzo del circuito telefonico sussidiario, sarà anche possibile conversare con la persona lontana.



Figura 9.

L'apparecchio rappresentato dalla fig. 10, permette la visione simultanea ad un intero uditorio. È da notare che l'immagine non viene, come nei dispositivi ordinari, proiettata sopra uno schermo da cui poi, per diffusione, viene veduta dallo spettatore, ma, al contrario, per mezzo di uno speciale artificio, si fa in modo che

l'immagine stessa appaia luminosa per se, sopra una specie di schermo sensibile luminescente rappresentato dalla figura 11 e di cui la funzione si può, fino ad un certo punto, assimilare a quella della retina dell'occhio umano. Anche qui, la retina costituisce uno schermo sensibile formato da un grandissimo numero di elementi i quali, impressionati dalla varia luminosità della immagine



BIBLIOTECA NAZ. ROMA VITTORIO EMANUELE

Figura 10.

degli oggetti esterni formata sul fondo dell'occhio, trasmettono la impressione, attraverso al fascio fibre nervose del nervo ottico, fino all'organo sensitivo centrale, al cervello. Si determina così, in questo, la visione della immagine, la quale risulta dall'insieme delle sensazioni che vengono trasmesse al cervello da tutti gli elementi sensibili della retina, costituiti dalle estremità terminali

del grandissimo numero di fibre del nervo ottico. Può dunque dirsi, in linea schematica, che l'occhio umano (a cui può essere teoricamente riferito un sistema di televisione) risulti formato da uno schermo (retina) formata da una moltitudine di punti sensibili (estremità terminati del nervo ottico) collegati, attraverso ad altrettante fibre nervose, all'organo centrale delle sensazioni; e per il fenomeno della persistenza delle immagini dovuta all'inerzia delle eccitazioni negli elementi nervosi della retina, è indifferente, dal

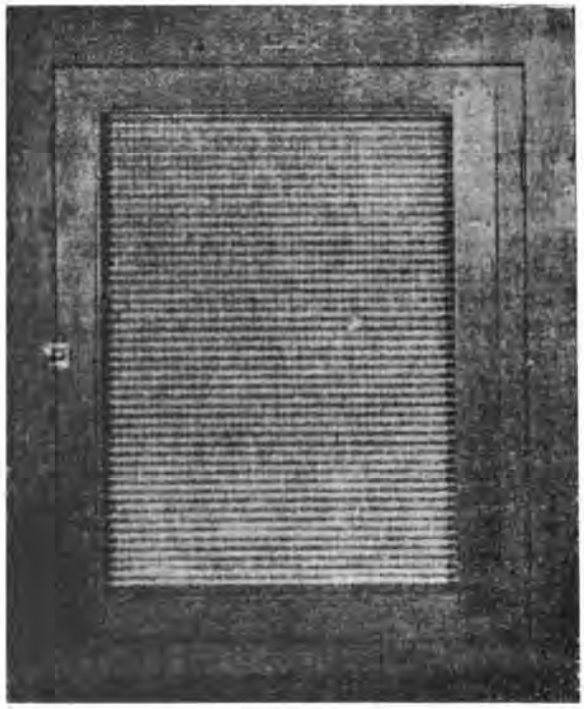


Figura 11.

punto di vista della nettezza della visione, che i diversi elementi stessi siano eccitati simultaneamente in maniera continua, come avviene nelle condizioni ordinarie, ovvero che siano eccitati successivamente in modo *discontinuo,* come ha luogo nella illuminazione stroboscopica fatta da un disco di Plotnow, purchè la eccitazione

totale avvenga in un tempo assai breve, non superiore a $^{1}/_{15}$ di secondo.

Tenendo presenti questi principi di ottica fisiologica, si può intendere, in linea generale, il funzionamento dello schermo luminescente posto alla stazione di ricezione, della quale forma l'organo essenziale. Esso risulta costituito da un sottile tubo di vetro, lungo circa 30 metri, riempito di neon ad una certa pressione e ripiegato su se stesso secondo 50 bulbi orizzontali, tanti cioè quanti sono gli elementi rettangolari superficiali in cui, come è detto al § 3, è bene sia, per mezzo del disco di Plotnow, otticamente divisa la figura umana da riprodurre. Ammettendo inoltre, come si è già fatto notare, che ciascun tratto risulti diviso in altrettanti elementi verticali e ritenuta quindi la figura da trasmettere come formata da 2500 elementi superficiali, si vede per quale ragione, nel tubo a griglia ora nominato, si trova all'interno *un solo* elettrodo filiforme piegato a spirale, mentre, all'esterno, si trovino invece, cementati nello spessore del vetro secondo le generatrici opposte di ogni tratto orizzontale, *duemilacinquecento* elettrodi metallici distinti (fig. 12). Questi costituiscono, per così dire, altrettanti elementi sensibili della specie di retina luminosa a cui può assimilarsi il tubo a griglia ricevente. Tali elementi sono collegati, per mezzo di altrettanti fili, costituenti una specie di gigantesco nervo ottico, a 2500 laminette di un commutatore rotativo (figg. 13 e 14) munito di una spazzola strisciante che ruota sincronamente col disco di Plotnow al posto di trasmissione. Le connessioni sono stabilite in modo da mettere in circuito, ad ogni istante, l'elettrodo a spirale interna del tubo con uno qualunque dei 2500 elettrodi esterni.

Ciò posto, è evidente che se la tensione della corrente fotoelettrica della linea, opportunamente aumentata dagli amplificatori a triodo, è tale da attivare l'elettrodo interno e quello degli elettrodi esterni che viene, in un dato istante, messo in circuito dal contatto strisciante del commutatore rotativo, si avrà, fra essi, una scarica luminescente. Se l'elemento sensibile dello schermo così eccitato è quello che, alla stazione di partenza corrisponde ad un elemento della figura da trasmettere il quale diffonda molta luce, cioè un elemento *chiaro*, e se il sincronismo del disco trasmittente e del commutatore rotativo è perfetto, l'elemento determinato sullo

schermo luminoso occuperà una posizione che corrisponde esattamente a quella dell'elemento che è, nello stesso istante, illuminato alla stazione di partenza, ed avrà, come questo, una grande intensità. In altre parole, ad un elemento *chiaro* dell' immagine in partenza ne corrisponderà uno, pure *chiaro,* dell' immagine in arrivo. Se si tratta, invece, di un elemento oscuro, a scarsa diffusione, la corrente fotoelettrica corrispondente sarà troppo debole



Figura 12.

anche se amplificata, per determinare la scarica in arrivo, e si avrà, sullo schermo, una zona oscura.

In conclusione si ottiene, sullo schermo sensibile ricevente, una luminosità di piccola estensione la quale percorre rapidamente tutti gli elementi del tubo secondo una serie di linee orizzontali in perfetto sincronismo col percorso del fascio di luce che, alla stazione di partenza, illumina la figura da trasmettere. Si comprende allora come, per effetto della persistenza delle sensazioni

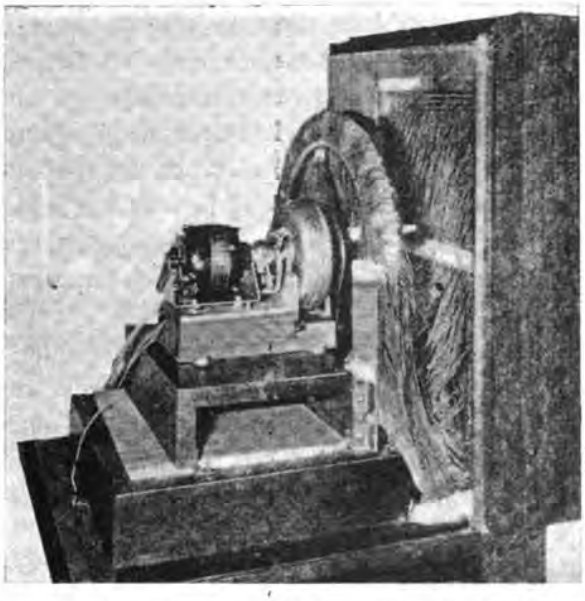


Figura 13.

visive, l'osservatore abbia, guardando lo schermo sensibile, la visione di una immagine luminescente nella quale sono disposti, nel tempo e nello spazio, i diversi elementi costitutivi della figura alla stazione di partenza.

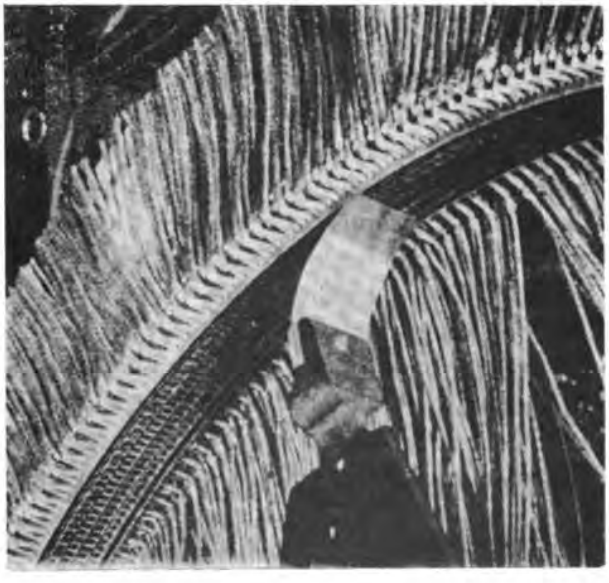


Figura 14.

Riferendosi a quanto si è accennato circa la costituzione e le proprietà dell'occhio, si vede come, nel funzionamento del dispositivo in parola, l'apparato ricevente possa venire assimilato ad uno speciale organo visivo, nel quale il tubo sensibile a neon rappresenti la retina, ed i fili che congiungono gli elettrodi del tubo, al commutatore rotativo, le fibre del nervo ottico; la retina essendo, a differenza dell'occhio, luminosa per sè anzichè illuminata, ed, infine, l'organo sensibile centrale essendo costituito dall'apparato visivo dell'osservatore.

È chiaro che si può completare l'effetto di questa meravigliosa esperienza disponendo, come nell'apparato destinato alle prove con una persona unica, un apparato telefonico con altisonante il quale permetta, ad un grande uditorio, la *visione* e la *conversazione* con la persona lontana, ciò che fu fatto nelle sopraccennate prove dimostrative del 7 Aprile e del 31 Ottobre p.p.

CONCLUSIONE. — Non è logicamente possibile prevedere, ora, la estensione e la importanza delle applicazioni di cui sarà capace il meraviglioso dispositivo del quale lo scrivente ha tentato di dare una pallida idea, ed al cui perfezionamento attende, in seguito a molti anni di lavoro, una eletta schiera di tecnici specializzati nei vari rami delle scienze fisico meccaniche, ed aventi a disposizione mezzi di ricerca quali, a noi del vecchio mondo, è difficile immaginare. Può dirsi, però, con certezza che tali applicazioni saranno numerose ed importanti, così dal punto di vista della vita civile, come da quello commerciale.

Nessuna ragionevole previsione può, nel momento attuale, farsi dal punto di vista delle applicazioni militari, per le quali un ostacolo non indifferente è costituito dalla estrema delicatezza e complessità degli apparati, dalla necessità della loro continua regolazione e, infine, dal loro costo assai elevato. Quando, tuttavia, i dispositivi in parola saranno semplificati e, insieme con la diminuzione del costo, messi a punto anche commercialmente, lo scrivente ritiene che la loro diffusione, nel nuovo e nel vecchio continente, per le applicazioni civili, come per quelle militari, sarà notevolissima ed assurgerà a grande, capitale importanza!

PROF. G. VANNI

UN INTENSIMETRO LOGARITMICO

1. - Poichè l'obbiettivo immediato di un collegamento radio è la produzione a distanza di un segnale che nella maggior parte dei casi consiste, in definitiva, in un suono più o meno forte, così è evidente che la misura della intensità acustica del segnale ricevuto dovrebbe costituire la prima più elementare operazione tecnica da compiere per giudicare della efficenza del collegamento. Tuttavia questa operazione è raramente compiuta essenzialmente per due ragioni: la prima perchè la intensità acustica dipende non solo dalla efficenza della trasmissione ma altresì dalla costituzione dell'apparato ricevitore, dimodochè la sua misura non può avere un valore assoluto come ad esempio la misura del campo elettrico, e la seconda, perchè manca un mezzo veramente pratico e comodo di misure della intensità acustica dei segnali R. T.

2. - La efficenza del collegamento si suole perciò valutare nel modo più rigoroso con la intensità del campo elettrico prodotto alla distanza considerata dal trasmettitore, oppure, con modo molto meno preciso ma molto più comodo, con la indicazione della forza della ricezione determinata su un apparato normale di ricezione; tale forza essendo semplicemente apprezzata ad orecchio dall'operatore ricevente.

È noto a questo proposito che fin dalla guerra una convenzione interalleata aveva fissato una scala empirica della intensità della ricezione, indicando con 1 la forza minima, sufficente appena per distinguere i punti dalle linee della segnalazione (Morse) e con 9 la forza massima (molto forte); le gradazioni intermedie essendo indicate dai numeri da 2 a 8. La scala era precisamente:

9 molto forte
8 forte
7 ottima

6 regolare
5 piuttosto debole
4 debole
3 appena intelleggibile
2 molto debole: illeggibile
1 appena percettibile.

I radio dilettanti hanno adottata una scala analoga così definita:

9 estremamente forte, udibile a distanza dalla cuffia
8 molto forte, quasi fuori cuffia
7 molto forte in cuffia, leggibile anche con disturbi
6 forte
5 un pò debole
4 debole ma ben leggibile
3 debole e appena leggibile
2 molto debole: illegibile
1 appena percettibile

Le due scale risentono della diversa epoca di adozione, poichè al tempo della guerra non potevasi sperare una ricezione radio udibile a distanza dalla cuffia. Allo stato attuale delle cose può discutersi se convenga adottare la scala dei dilettanti o mantenere quella interalleata, aggiungendovi una graduazione (10) per indicare l'udibile a distanza dalla cuffia. Potremo per ora attenersi a questo ultimo partito per mantenere la tradizione, salvo a modificarlo, se risulterà necessario, specialmente per dar modo di indicare la forza sempre con una sola cifra nei gruppi cifrati che talvolta debbono trasmettersi.

3. - Entrambi i metodi sopra indicati, cioè la misura della forza elettrica del campo elettromagnetico e la stima ad orecchio in una delle due scale, sono evidentemente poco pratici; infatti la misura del campo elettrico, oltre a dare una indicazione solo potenziale della efficenza del collegamento, è di difficile attuazione, richiedendo apparecchi tutt'affatto speciali e di delicato maneggio e taratura, e non consente inoltre delle misure al disotto di un certo valore, che generalmente si aggira intorno ai 100 microvolta

per metro, mentre è noto come si possano realizzare ottimi collegamenti anche con campi inferiori a 10 microvolta/metro. Dal canto suo la indicazione tutta soggettiva di una forza apprezzata a semplice impressione male risponde ad un criterio tecnico, per quanto si voglia grossolanamente approssimativo.

Esistono è vero gli intensimetri per misurare la intensità della ricezione, ma il loro uso è poco pratico perchè essi non dànno il valore effettivo della forza della ricezione ma solo il rapporto tra la corrente attuale che attraversa il telefono e quella minima convenzionale necessaria per rendere distinguibili i punti dalle linee. Ammesso che questa corrente minima sia una costante, la misura così ottenuta viene ad assumere un valore concreto e abbastanza determinato, ma non però praticamente utile, perchè astrae dal rapporto che intercorre tra l'intensità della corrente telefonica e la intensità del suono percepito dall'orecchio, mentre che quest'ultimo è proprio quello che in definitiva ci interessa. Per questa ragione si è praticamente constatato essere molto più pratica la stima fatta ad orecchio nella scala empirica sopracitata, che non la misura ottenuta con gl'intensimetri, che raramente sono perciò impiegati.

In queste condizioni è sembrato utile allo scrivente di studiare un nuovo intensimetro che, oltre al tener conto di alcune particolarità che generalmente sono trascurate nella costruzione di questi strumenti, sia basato sulla relazione psicofisica esistente tra eccitazione e sensazione sonora, cosicchè esso possa realizzare una misura vera e propria della intensità del suono, e ciò secondo una scala tale che le misure fatte con l'intensimetro corrispondano, per quanto possibile, alla scala empirica adottata (N. 2). Un tale istrumento potrebbe così normalizzare la scala stessa, ed eliminare l'elemento soggettivo ed arbitrario che infirma la validità del metodo attuale di stima ad impressione.

4. - Sono noti i principii su cui è basata la cosidetta legge psicofisica di Fechner che stabilisce, almeno in via teorica, una relazione tra lo stimolo, od eccitazione x, e la sensazione y che i nostri sensi provano in conseguenza del suddetto stimolo, che può essere acustico, o luminoso, o d'altro genere.

Se poniamo $y = f(x)$, l'esperienza insegna che per valori di x

inferiori ad un certo valore x_0 dello stimolo, i nostri sensi non percepiscono affatto lo stimolo, cosicchè $f(x) = o$ per $x = x_0$. Per valori piccolissimi dello stimolo al disopra di x_0 la sensazione si può ritenere proporzionale ad x cioè $f(x) = k.\,x$. Crescendo però lo stimolo x la proporzionalità non si mantiene più, perchè automaticamente i nostri sensi si ottundono in modo che la sensazione cresce molto meno rapidamente dello stimolo.

Le osservazioni sperimentali fanno ritenere che vi sia una vera propria riduzione di sensibilità a misura che cresce lo stimolo, cosicchè indicando con $f'(x) = \frac{dy}{dx}$ la sensibilità, cioè il rapporto tra l'incremento della sensazione dy, corrispondente ad un piccolo incremento dello stimolo dy, e lo stesso incremento dello stimolo dx, si può ammettere che sia $\frac{dy}{dx} = \frac{k}{x}$, equazione differenziale che integrata dà

$$x = k\ lg_e\ x + y_0 \qquad (1)$$

5. - Questa equazione prende il nome di legge psicofisica di Fechner (1). Per determinare la costante y_0 si potrà osservare che se x_0 è la minima eccitazione ammissibile, alla quale la sensazione è appena percettibile, si può fare $y = o$ per $x = x_0$ cosicchè

$$y_0 = -K\ lg_e\ x_0 \quad \text{e quindi} \quad y = k\ lg_e \frac{x}{x_0}.$$

Rimane ora da determinare la costante K, la quale dipende evidentemente dalla scala che si vuole adottare per la misura della intensità del suono, vale a dire dal valore della eccitazione x_1 che si assume come quella che provoca la sensazione che si vuole chiamare *uno*.

Posto $y = 1$ per $x = x_1$ ne risulta

$$K = \frac{1}{lg \frac{x_1}{x_0}} \quad \text{e quindi} \quad y = \frac{lg_e \frac{x}{x_0}}{lg_e \frac{x_1}{x_0}} \qquad (2)$$

(1) Vedi anche "Sulla struttura dei suoni e la loro percezione„ del Prof. Bordoni "Elettrotecnica„ 1927 pag. 760-61.

Si dovrà dunque determinare lo stimolo x_o corrispondente alla sensazione appena percettibile e fissare lo stimolo x_1 corrispondente alla sensazione *uno*; fissare cioè il punto di partenza e la unità di misura; le successive intensità di sensazione rimarranno definitivamenle determinate in base al valore dello stimolo x secondo la equazione (2).

Ora è chiaro che mentre il valore di x_o si può ritenere una costante sperimentale, dipendente dalla sensibilità dell'orecchio umano medio, la x_1 è assolutamente arbitraria, essendo perfettamente arbitraria il dare il valore uno alla sensazione corrispondente alla eccitazione x_1 piuttosto che a quella corrispondente ad un'altra eccitazione x_1'.

6. - Si può intanto osservare che per determinare le costanti K e y_o non è assolutamente necessario determinare sperimentalmente il valore di x_o corrispondente alla sensazione *zero*, ma che è sufficente per lo scopo fissare ad esempio, oltre alla eccitazione x_1 corrispondente alla sensazione 1, anche la eccitazione x_n corrispondente alla sensazione n. In tale caso si ricava infatti dalla (1)

$$K = \frac{n-1}{lg_e \frac{x_n}{x_1}} \qquad y_o = 1 - (n-1)\,\frac{lg_e\, x_1}{lg_e \frac{x_n}{x_1}}$$

e quindi

$$y = 1 + (n-1)\,\frac{lg_e \frac{x}{x_1}}{lg_e \frac{x_1}{x_n}}$$

7. - Prima di proseguire occorre ora vedere in quale relazione sia lo stimolo x con i dati misurabili sugli apparati riceventi, ad esempio con la corrente i che percorre il telefono. Se per x s'intende la potenza sonora prodotta dalla lamina vibrante del telefono per effetto della corrente i che lo percorre, la relazione generalmente ammessa tra le due grandezze è $x = K\,i^2$ o quanto meno $x = K\,i^\alpha$ con α costante prossimo a 2. Questa relazione vale specialmente per una frequenza fissa, dato che il rendimento tra

potenza sonora di una cuffia telefonica e potenza elettrica ($r\,i^2$) si può ritenere costante per una stessa frequenza (1). Sostituendo si ottiene così

$$\frac{lg_e \dfrac{x}{x_1}}{lg_e \dfrac{x_n}{x_1}} = \frac{\alpha\, lg_e \dfrac{i}{i_1}}{\alpha\, lg_e \dfrac{i_n}{i_1}} = \frac{lg_e \dfrac{i}{i_1}}{lg_e \dfrac{i_n}{i_1}}$$

e quindi

$$y = 1 + (n-1)\frac{lg_e \dfrac{i}{i_1}}{lg_e \dfrac{i_n}{i_1}}$$

Posto ancora $\dfrac{lg_e \dfrac{i_n}{i_1}}{n-1} = lg_e\, a$ se ne deduce

$$y = 1 + lg_a \frac{i}{i_1} \qquad \text{ovvero} \qquad \frac{i}{i_1} = a^{y-1} \tag{3}$$

da cui

$$a = \sqrt[y-1]{\frac{i}{i_1}} = \sqrt[n-1]{\frac{i_n}{i_1}} \tag{4}$$

La scelta della scala della sensazione sonora equivale dunque alla scelta della base a dei logaritmi che compaiono nella (3). La (4) fornisce un metodo semplice per determinare tale base: basterà a questo scopo calcolare il rapporto tra la corrente telefonica i_n corrispondente alla sensazione n e la corrente telefonica i_1 corrispondente alla sensazione *uno*, ed estrarre la radice $n-1$ di tale rapporto.

8. - A questo punto si presenta la questione più delicata, che è quella della definizione delle sensazioni *uno* ed *n*, in modo da ottenere una scala corrispondente a quella empirica a 10 numeri (o a 9) di cui si disse al n. 2.

---

(1) Reynaud - Bonin - *Acoustique téléfonique.* - pag. 14.

La questione della misura della sensazione sonora in generale è alquanto complessa ed in proposito si rimanda il lettore alla ampia trattazione fatta sulla « Elettrotecnica » del 5 e del 15 ottobre 1927, dal Prof. Bordoni (1). Il nostro caso sembra più circoscritto e più semplice in quanto non trattasi qui di misurare qualsiasi intensità sonora, ma solo quelle che sono normalmente percepite nelle comunicazioni radio od in casi analoghi.

La misura è fatta da operatori di udito superiore al normale ed abbastanza uniformi di sensibilità. L'ascolto è fatto alla cuffia telefonica, ciò che introduce per tutti un'importante ragione di uniformità di condizioni. Inoltre le intensità sonore che si vogliono misurare non sono quelle debolissime che corrispondono al limite minimo assoluto della sensibilità uditiva, nè quelle intensissime che raggiungono l'abbagliamento acustico, ma quelle intermedie praticamente ottenibili nella corrispondenza radiotelegrafica effettiva.

Si può quindi tentare, in queste condizioni, di dare una definizione che corrisponda abbastanza bene alle esigenze pratiche che più ci interessano.

Intanto occorre osservare che la sensibilità dell'orecchio essendo diversa per le varie tonalità del suono, sarà conveniente fissare la frequenza alla quale saranno eseguite le misure, e questa potrà essere da 800 a 1000 pei segnali radiotelegrafici, tenuto anche conto che tale frequenza è quella media della voce umana, generalmente considerata nelle misurazioni telefoniche.

Se ora esaminiamo l'audiogramma medio normale, ricavato dalle numerose esperienze compiute dal FLETCHER, riportato alla pag. 759 della *Elettrotecnica,* vediamo che in corrispondenza di quelle frequenze le eccitazioni sonore estreme udibili sono comprese tra 10^{-8} e 10^{4} microwatt per cm^2, e che le eccitazioni estreme che si incontrano nella normale conversazione sono limitate tra 10^{-4} e 1 microwatt per cm^2.

Nel nostro caso, in base alle considerazioni precedenti sembra logico assumere, come eccitazioni estreme, quelle intermedie tra i due casi precedenti e cioè 10^{-6} e 10^{2} microwatt per cm. all'incirca.

---

(1) BORDONI. - Sulla percezione dei suoni loc. cit.

Possiamo dunque ritenere che il rapporto tra la potenza acustica corrispondente al massimo suono e quella corrispondente al minimo suono da considerare nelle misure delle intensità sonore occorrenti nella ricezione radiotelegrafica, sia dell'ordine di grandezza di 10^8. Il rapporto tra le corrispondenti correnti telefoniche si può dunque ritenere dell'ordine di 10^4.

Se ora indichiamo con $n = 10$ la massima forza di ricezione radiotelegrafica ed ammettiamo che sia 10^4 il rapporto $\frac{i_{10}}{i_1}$ tra le correnti corrispondenti alla massima ed alla minima forza praticamente interessanti le misure R.T. ricaviamo, in prima approssimazione per la base a dei logaritmi della relazione (3) il valore $a = \sqrt[9]{10^4} = 2{,}8$.

Questo numero essendo molto prossimo alla base e dei logaritmi naturali 2,718, è sembrato naturale di tentare la verifica sperimentale di questa base.

A tale scopo si è presa come definizione della forza *uno* la seguente: « Per forza *uno* si intende quella minima alla quale è ancora possibile distinguere i punti dalle linee di una segnalazione Morse fatta di v ($\cdots$—) su tonalità 800 ÷ 1000, oppure di comprendere ancora qualche parola in radiotelefonia, e ciò con la cuffia appoggiata all'orecchio senza pressione alcuna ». La forza *uno* sembra così realmente intermedia tra la minima forza udibile in senso assoluto e la forza minima impiegata nella normale conversazione. Ora con questa definizione si è constatato che un notevole accordo si verifica tra la forza apprezzata ad impressione secondo la scala interalleata e la forza misurata colla base e dei logaritmi naturali.

Ad esempio - la forza corrispondente al rapporto 2000 si valuta ad orecchio tra 7 e 8 il che indica una base a compresa tra 2,6 e 3.

Stabilito così che di massima la base e corrisponde alla scala empirica dei radiotelegrafisti la formola (3) diventa

$$(5) \quad y = 1 + lg \frac{i}{i_1} \quad \text{ovvero} \quad i = i_1 e^{y-1} \quad \text{oppure} \quad \frac{i_n}{i_1} = e^{n-1}$$

Con questa relazione riesce facile costruire l'intensimetro, come ora passiamo ad esaminare.

9. - Prenderemo come base lo schema dell'intensimetro della « General Radio Co. » che si può rappresentare con la fig. 1, in cui $A\,B$ rappresenta l'entrata, dall'amplificatore, e $C\,D$ l'uscita, per il telefono.

Intorno al perno O si muovono due contatti $E\,F$ solidali e scorrevoli su due impedenze, in modo che la impedenza z risulti in serie coll'amplificatore e la s in derivazione sul telefono. A misura che il contatto F si sposta verso sinistra, diminuendo la impedenza della derivazione s, la corrente che va al telefono diminuisce, e poichè anche il complesso telefono-shunt diminuisce di impedenza, si dovrà spostare a destra il contatto E in modo da includere una maggiore impedenza z che compensi la diminuzione precedente e mantenga così inalterata la impedenza di uscita dell'amplificatore, condizione necessaria per il regolare funzionamento dell'amplificatore in tutte le posizioni dei contatti scorrevoli.

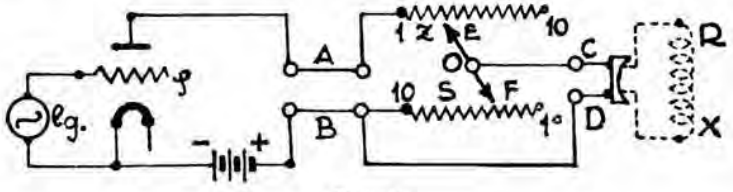


Figura 1.

La misura si fa diminuendo la s ed aumentando la z e quindi riducendo la corrente nel telefono, fino a che la intensità percepita nel telefono sia quella minima fissata empiricamente come intensità *uno* (come è stata definita al Num. 8). La conoscenza dei valori di s nonchè di quelli di R e di X (resistenza e reattanza del telefono) permettendo di calcolare in ogni posizione il rapporto tra la corrente i_1 che percorre il telefono in quella posizione e quella totale i_n che esce dall'amplificatore, questa risulta così misurata, non però in valore assoluto, ma col suo rapporto alla corrente minima sopra citata.

Gli intensimetri ora in uso sono graduati precisamente secondo tale rapporto, cioè danno una misura relativa della corrente telefonica, dalla quale non sarebbe però possibile risalire alla intensità acustica se non attraverso ragionamenti o calcoli fastidiosi.

Basandoci sulle considerazioni precedenti noi gradueremo invece l'intensimetro direttamente secondo la effettiva sensazione acustica, stabilendo cioè varie posizioni del contatto scorrevole, in ciascuna delle quali il rapporto tra la corrente totale che esce dall'amplificatore i_n e quella i_1 che passa nel telefono, sia rappresentata dal numero e^{n-1}, n essendo la graduazione di quella posizione; disponendo cioè le resistenze s in modo che si abbia nelle posizione n del commutatore precisamente

$$i_n = i_1 \, e^{n-1},$$

n essendo un numero intero. La misura procederà identicamente a prima, ma l'intensimetro indicherà non più la corrente telefonica ma la sensazione acustica.

10. - Stabilito quanto sopra, il calcolo delle impedenze z ed s, corrispondenti alle varie intensità n, con la scorta del circuito della fig. 1, è evidente molto semplice, anche se si vuole evitare l'errore che generalmente viene commesso di non tener conto della impedenza della valvola e di trascurare il fatto che la impedenza del telefono è essenzialmente reattiva e non ohmica.

Possiamo esporre brevemente questo calcolo come segue:

a) - *Calcolo di s.*

Se si indica con $\overline{V}$ la d. d. p. tra O e B, con $\overline{I}_n$ la corrente totale e con $\overline{I}_1$ la corrente che percorre il telefono si ha

$$\overline{V} = \overline{I}_1 (R + j X) = \overline{I}_n \cdot \frac{(R + j X)\, s}{s + R + j X}$$

e quindi

$$\frac{\overline{I}_n}{\overline{I}_1} = \frac{R + s + j X}{s}$$

di cui il valore assoluto è

$$\frac{I_n}{I_1} = \frac{\sqrt{(R+s)^2 + X^2}}{s}$$

Ponendo ora la condizione precedentemente stabilita per la graduazione dell'intensimetro, cioè posto $\frac{I_n}{I_1} = e^{n-1}$ e indicando con $T = \sqrt{X^2 + R^2}$ la impedenza del telefono ne segue

$$s^2 (e^{2n-2} - 1) - 2 R s - T^2 = o,$$

da cui, scartando la radice negativa, si ha

$$s = \frac{R + \sqrt{R^2 + T^2 (e^{2n-2} - 1)}}{e^{2n-2} - 1} \qquad (6)$$

Basterà quindi dare ad n i successivi valori 1, 2..... 10 e conoscere R e T per ottenere i corrispondenti valori di s.

b) - *Calcolo di z.*

La corrente di placca i_n all'uscita di un amplificatore è, com'è noto, misurata da $\bar{i}_n = \frac{m \bar{e}_g}{Z_p}$ essendo e_g la f. e. m. di griglia, m il fattore di amplificazione della valvola e Z_p la impedenza totale compresa quella della valvola.

Per evitare che la corrente $\bar{i}_n$ vari durante il maneggio dell'intensimetro si deve porre la condizione che la impedenza Z_p mantenga costante il suo valore, uguale a quello che essa ha quando è escluso l'intensimetro, cioè nella posizione 1, in cui s risulta ∞ ed $z = o$ e quindi è esclusa la derivazione al telefono e la impedenza di compensazione z. Se Z_1 è la impedenza telefono-shunt e ρ è la impedenza della valvola, si dovrà dunque porre

$$\rho + Z_1 + z = \rho + T$$

Poniamo ora $Z_1 = R_1 + j X_1$ avremo:

$$Z_1 = R_1 + j X_1 = \frac{s(R + jX)}{s + R + jX} = \frac{sR(s+R) + sX^2}{(s+R)^2 + X^2} + j \frac{s^2 X}{(s+R)^2 + X^2}$$

cioè

$$(7) \qquad R_1 = \frac{s R (s + R) + s X^2}{(s + R)^2 + X^2} \quad \text{e} \quad X_1 = \frac{s^2 X}{(s + R)^2 + X^2}$$

Posto ancora $z = r + j x$ dovremo dunque ottenere

$$\rho + r + jx + R_1 + jX_1 = \rho + R + jX \qquad (8)$$

e fare quindi:

$$r = R - R_1 \quad \text{e} \quad x = X - X_1$$

11. - Questa sarebbe la soluzione esatta del problema, ma si può osservare che la introduzione della reattanza variabile x complicherebbe di molto l'attuazione pratica dell'intensimetro, mentre che essa ha solo lo scopo di mantenere costante la impedenza Z_p sia nella parte reale che nella immaginaria, come occorre per la costanza della corrente di placca come intensità e come fase rispetto alla f. e. m. di griglia. Ora la costanza della fase non avendo una importanza decisiva, dato che essa in nessun caso supera $50^\circ \div 60^\circ$, possiamo sopprimere la x e accontentarci di ottenere la costanza della intensità della corrente di placca al variare della shunt s, per il che si richiede solo la costanza del modulo del 1° membro della (7) e cioè

$$(\rho + r + R_1)^2 + X_1^2 = (\rho + R)^2 + X^2$$

da cui

$$r = \sqrt{(\rho + R)^2 + X^2 - X_1^2} - \rho - R_1 \qquad (9)$$

Dedotti dalla (6) pei successivi valori della n i corrispondenti valori della s, e dalle (7) i corrispondenti valori delle X_1 ed R_1, la (9) fornirà quelli della r e con questi restano noti tutti i valori occorrenti alla costruzione dell'intensimetro.

La fase della corrente, che nella posizione 1 è data da $tg\,\varphi = \frac{X}{R+\rho}$ diventa $tg\,\varphi_1 = \frac{X_1}{\rho + R_1 + r}$ nelle altre posizioni; essa cioè si riduce notevolmente passando dalla posizione 1 alla 2, e si mantiene poi quasi inalterata e prossima a zero in tutte le rimanenti posizioni. Considerato dunque che la variazione della fase (che non sorpassa, come si è detto, i $50^\circ \div 60^\circ$ nella posizione 1) è sensibile solo nel passaggio dalla posizione 1 alla 2, cioè nelle posizioni meno importanti della scala, possiamo accontentarci della soluzione trovata e fare la correzione con la sola introduzione della resistenza ohmica r, trascurando la x, e ciò senza danno apprezzabile per lo scopo dello strumento, ma con una notevolissima semplificazione nella costruzione del medesimo.

12. - La realizzazione pratica del nuovo intensimetro, affidata alla Ditta Allocchio-Bacchini & C., ha pienamente confermato le previsioni fatte.

Le misure compiute col nuovo intensimetro sono risultate molto nette e bene corrispondenti alla valutazione convenzionale media fatta ad orecchio, cosicchè lo strumento sembra possa praticamente riuscire comodo ed utile nella valutazione della efficenza delle comunicazioni r. t., sempre quando non sia richiesta una precisione scientifica nella misura.

Per il suo razionale uso si deve tener presente che il calcolo è stato condotto nell'ipotesi che si impieghi una cuffia telefonica Telefunken tipo E H 333 di cui i dati sono $R = 4000$ ohm e $X = 25.000$ ohm per la frequenza di 1000 periodi. Sarà quindi necessario usare la cuffia suddetta o una equivalente.

Inoltre la resistenza ϱ della valvola è stata computata in 12.000 ohm come valore medio delle comuni valvole amplificatrici finali. Cambiando il tipo di valvola effettivamente la impedenza complessiva del circuito varia un poco passando dall'una all'altra posizione del commutatore, ma questa variazione non supera il 10 % nei casi estremi e raggiunge il valore massimo solo nel passare dalla posizione uno alla due, restando poi pressapoco nulla nelle altre posizioni. Ciò risulta bene dalla fig. 2 in cui essendo $A\,B = R$; $A\,F = X$; $B\,C = \varrho = 12.000$ ohm; $B\,G = r + R_1$ e $G\,H = X_1$, risulta $F\,C = H\,C = G\,C = 29.600$ ohm = impedenza complessiva nelle varie posizioni per $\varrho = 12.000$.

Facendo successivamente $\varrho = B\,D = 6000$ e $\varrho = B\,E = 20.000$ ohm, la impedenza complessiva varia, nel primo caso, tra $D\,F = 27.000$ e $D\,G = 24.000$, e nel secondo tra $F\,E = 34.200$ e $E\,G = 37.600$.

Dalla figura si vede anche la diminuzione dell'angolo φ tra la 1ª e la 2ª posizione del commutatore essendo $\varphi = \hat{F}\,C\,A$ (oppure $F\,\hat{E}\,A$, oppure $F\,\hat{D}\,A$) nella prima posizione e $H\,C\,G$ (oppure $H\,E\,G$, oppure $H\,D\,G$) nella 2ª, e pressapoco zero nelle posizioni successive.

È bene notare che il cambiamento della valvola può semplicemente influire un poco, come abbiamo veduto, sulla costanza della impedenza totale al variare della posizione del commutatore, ma

non sul rapporto tra le correnti. La sua influenza sulla precisione della misura è quindi molto limitata.

Per completare la nostra esposizione diremo che l'uso pratico dell'istrumento consiste semplicemente nel sostituirlo al posto della cuffia telefonica dell' apparato ricevitore e quindi, munitolo di una cuffia Telefunken E H 333 (oppure di altra equivalente per sensibilità e impedenza), nello spostare il commutatore sui successivi

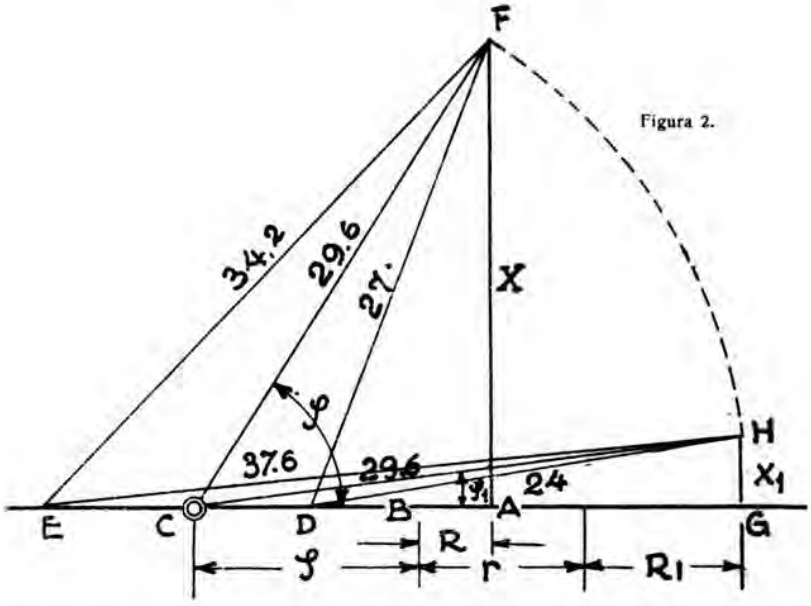


Figura 2.

bottoni, portanti le indicazioni delle intensità, fino al bottone in cui non sono più distinguibili i punti dalle linee; nel tornare poi indietro di un bottone, in modo da sentire ancora distintamente, per quanto debole. La forza sarà quella indicata da quest'ultimo bottone, cioè da quello che riduce precisamente il suono alla forza *uno*, come è stata definita al N. 8.

LUIGI SACCO
COLONNELLO DEL GENIO

Direttore responsabile: Prof. G. VANNI.

Anno VII° - N. 2. Marzo - Aprile 1928-A. VI. (N. 19 della Raccolta).

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

BIBLIOTECA NAZ. ROMA VITTORIO EMANUELE

SOMMARIO:

Convenzione Radiotelegrafica Internazionale e regolamenti annessi.

ABBONAMENTO.

ANNUO (6 numeri). . . . L. 12
UN NUMERO SEPARATO . . L. 3

Inviare l'importo a mezzo vaglia alla DIREZIONE DELL' ISTITUTO R. T. ED E. DEL GENIO MILITARE, Viale Mazzini 8. ROMA (149)

Roma, Tipo-Lit. Off. R.T. ed E. del Genio Mil.
N. 12 - 1928-VI.

Anno VII - N. 2. (N 19 della Raccolta) Marzo - Aprile 1928 - Anno VI.

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO
DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

Diretto dal Prof. G. VANNI

Convenzione Radiotelegrafica Internazionale e regolamenti annessi

A seguito del resoconto sulla Conferenza R. T. internazionale di Washington e sulla Assemblea della U. R. S. I., pubblicato nel fascicolo precedente, riteniamo far cosa utile ai nostri lettori pubblicando, nel presente fascicolo, il testo della detta Convenzione e dei Regolamenti annessi.

Non potrà sfuggire ad alcuno l'importanza di tali documenti che disciplinano nella maniera più completa la complessa questione delle comunicazioni radioelettriche.

LA DIREZIONE

CONVENZIONE RADIOTELEGRAFICA INTERNAZIONALE

conclusa fra i seguenti governi

BIBLIOTECA NAZIONALE ... S. MARCO

Unione dell'Africa del Sud. - Africa equatoriale francese e altre Colonie. - Africa Occidentale francese. - Africa occidentale portoghese. - Africa orientale portoghese e le Possessioni portoghesi asiatiche. - Germania. - Repubblica Argentina. - Federazione Australiana. - Austria. - Belgio. - Bolivia. - Brasile. - Bulgaria. - Canadà. - Cecoslovacchia. - Cile. - Cina. - Repubblica di Colombia.

- Colonia spagnola del Golfo di Guinea. - Congo Belga. - Costa Rica. - Cuba. - Curaçao. - Cirenaica. - Danimarca. - Repubblica Dominicana. - Egitto. - Repubblica di S. Salvador. - Eritrea. - Estonia. - Finlandia. - Francia. - Gran Bretagna. - Grecia. - Guatemala. - Repubblica d'Haiti. - Repubblica di Honduras. - Indie Britanniche. - Indie Olandesi. - Indocina Francese. - Stato libero d'Irlanda - Italia. - Giappone. - Chosen. - Taiwan. - Sakhalin Giapponese. - Territorio in affitto di Kouangtoung e il territorio delle Isole dei Mari del Sud sotto mandato giapponese. - Repubblica di Liberia. - Madagascar. - Marocco (ad eccezione della zona Spagnola). - Messico. - Nicaragua. - Norvegia. - Nuova Zelanda. - Repubblica di Panama. - Paraguai. - Paesi Bassi. - Perù. - Persia. - Polonia. - Portogallo. - Rumenia. - Regno dei Serbi, Croati e Sloveni. - Siam. - Somalia Italiana. - Spagna. - Stati Uniti d'America. - Svezia. - Svizzera. - Surinam. - Territori Siro-Libano. - Repubblica di S. Marino. - Tripolitania. - Tunisia. - Turchia. - Ungheria. - Uraguai. - Venezuela.

*
* *

I sottoscritti, plenipotenziari dei Governi dei Paesi sopra enumerati si sono riuniti in Congresso a Washington, e di comune accordo e con riserva di ratifica, hanno redatto la Convenzione seguente:

ART. 1.

Definizioni.

Nella presente convenzione:

L'espressione "comunicazione radioelettrica„ oppure "radiocomunicazione„ si applica alla trasmissione senza fili di scritti, di segni, di segnali, d'immagini e di suoni, di ogni natura, per mezzo delle onde hertziane.

L'espressione "stazione di radiocomunicazione„ o semplicemente "stazione„ indica una stazione attrezzata per effettuare una radiocomunicazione.

L'espressione "stazione fissa„ indica una stazione impiantata stabilmente in una determinata località e comunicante con una o più stazioni impiantate nella medesima maniera.

L'espressione "stazione mobile„ indica una stazione capace di spostarsi e che normalmente si sposta.

L'espressione " stazione terrestre „ indica una stazione che non sia mobile e che sia utilizzata per le radiocomunicazioni con stazioni mobili.

L'espressione " servizio mobile „ indica il servizio di radiocomunicazione eseguito tra stazioni mobili e stazioni terrestri, oppure fra stazioni mobili comunicanti fra loro.

L'espressione " servizio internazionale „ indica un servizio di radiocomunicazioni tra una stazione situata in un Paese ed una stazione situata in un'altro Paese, oppure tra una stazione terrestre ed una stazione mobile che si trovi al di là dei limiti del Paese nel quale è situata la stazione terrestre, oppure tra due o più stazioni mobili in o al di sopra dell'alto mare. Un servizio di radiocomunicazione interno o nazionale che sia suscettibile di causare dei disturbi agli altri servizi al di là dei limiti del Paese nel quale esso opera, è considerato come servizio internazionale dal punto di vista dei disturbi.

L'espressione " rete generale delle vie di Comunicazione „ indica l'insieme delle vie di comunicazione telegrafiche e telefoniche esistenti, aperte al servizio pubblico con filo o senza filo, escluse le vie di radiocomunicazione del servizio mobile.

L'espressione " servizio pubblico „ indica un servizio ad uso del pubblico in generale.

L'espressione " servizio ristretto „ indica un servizio che non può essere utilizzato che da determinate persone o per degli scopi particolari.

L'espressione " corrispondenza pubblica „ indica ogni comunicazione radioelettrica che una stazione, per il fatto di essere messa a disposizione del servizio pubblico, deve accettare dal pubblico per la trasmissione.

L'espressione " impresa privata „ indica ogni privato ed ogni Compagnia o Corporazione che eserciti una o più stazioni per comunicazioni radioelettriche.

L'espressione " radiotelegramma „ indica un telegramma originario o a destinazione di una stazione mobile, trasmessa su tutto o parte del suo percorso, con mezzi radioelettrici.

ART. 2.

Estensione della Convenzione.

§ 1. - I Governi contraenti s'impegnano ad applicare le disposizioni della presente Convenzione in tutte le stazioni di radiocomunicazioni stabilite o esercitate dai Governi contraenti ed aperte al servizio internazionale della corrispondenza pubblica. Essi si impegnano egualmente ad applicare le dette disposizioni ai servizi speciali regolati dai Regolamenti annessi alla presente Convenzione.

§ 2. - Essi si impegnano inoltre a prendere o proporre alle loro rispettive legislature, le misure necessarie per imporre l'osservanza delle disposizioni della presente Convenzione e dei Regolamenti annessi, ai privati ed

alle imprese private, autorizzate a stabilire e ad esercitare delle stazioni di radiocomunicazione del servizio internazionale aperto o no alla corrispondenza pubblica.

§ 3. - I Governi contraenti riconoscono il diritto a due Governi contraenti di organizzare tra loro delle comunicazioni radioelettriche, alla sola condizione di conformarsi a tutte le disposizioni della presente Convenzione e dei Regolamenti annessi.

ART. 3.

Intercomunicazione.

§ 1 - (1) Per quanto riguarda le comunicazioni internazionali tra stazioni fisse, resta intera la libertà di ogni Governo contraente, relativamente alla organizzazione del servizio ed alla determinazione delle corrispondenze da scambiarsi fra le stazioni che assicurano queste comunicazioni.

(2) Tuttavia, quando queste stazioni fisse effettuano un servizio internazionale di corrispondenza pubblica, sia tra Paese e Paese, sia con stazioni del servizio mobile, esse debbono conformarsi rispettivamente per ognuna di queste due categorie di comunicazioni, alle prescrizioni della presente Convenzione e dei Regolamenti annessi.

§ 2. - Per quanto riguarda le comunicazioni tra stazioni partecipanti al servizio mobile, le stazioni che assicurano queste comunicazioni sono tenute, nei limiti del loro compito normale, a scambiare reciprocamente i radiotelegrammi senza distinzione del sistema radioelettrico adottato da esse.

§ 3. - Tuttavia, allo scopo di non ostacolare i progressi scientifici, le disposizioni del paragrafo precedente non vietano l'impiego eventuale di un sistema radioelettrico incapace di comunicare con altri sistemi, purchè questa incapacità sia dovuta alla natura specifica di questo sistema e non sia l'effetto di dispositivi adottati unicamente allo scopo d'impedire l'intercomunicazione.

ART. 4.

Servizio ristretto.

Nonostante le disposizioni dell'Articolo 3, una stazione di radiocomunicazione può essere destinata ad un servizio internazionale ristretto di corrispondenza pubblica, determinato dallo scopo della corrispondenza o da altre circostanze, indipendenti del sistema impiegato.

ART. 5.

Segreto di corrispondenza. - Segnalazioni false o ingannatrici.

I Governi contraenti si impegnano a prendere o a proporre alle loro rispettive legislature le misure opportune per reprimere:

a) - La trasmissione e la ricezione, senza autorizzazione, per mezzo di istallazioni radioelettriche, di corrispondenze aventi carattere privato.

b) - La divulgazione del contenuto o semplicemente dell'esistenza di corrispondenze che avrebbero potuto essere intercettate per mezzo di istallazioni radioelettriche.

c) - La pubblicazione o l'uso, senza autorizzazione, delle corrispondenze ricevute per mezzo di istallazioni radioelettriche.

d) - La trasmissione o la messa in circolazione di segnali o chiamate di soccorso, falsi o che possono trarre in inganno.

ART. 6.

Istruzione delle contravvenzioni.

I Governi contraenti si impegnano ad aiutarsi scambievolmente nell'istruire le contravvenzioni alle disposizioni della presente Convenzione e dei regolamenti annessi, ed eventualmente nella procedura contro persone che abbiano contravvenuto a queste disposizioni.

ART. 7.

Connessione con la rete generale delle vie di comunicazione.

Ciascuno dei Governi contraenti si impegna a prendere le opportune misure affinchè le stazioni terrestri stabilite sul suo territorio, ed aperte al servizio internazionale della corrispondenza pubblica, siano collegate alla rete generale delle vie di comunicazione, od almeno a prendere delle disposizioni allo scopo di assicurare gli scambi rapidi e diretti fra queste stazioni e la rete generale delle vie di comunicazione.

ART. 8.

Scambio di informazioni relative alle stazioni e al servizio.

I Governi contraenti si danno scambievolmente conoscenza, per il tramite dell'Ufficio internazionale dell'Unione Telegrafica, dei nomi delle stazioni aperte al servizio internazionale della corrispondenza pubblica e delle stazioni che assicurano dei servizi speciali regolati dai Regolamenti annessi alla presente Convenzione, come pure di tutte quelle indicazioni che possono facilitare, ed accelerare gli scambi radioelettrici.

ART. 9.

Dispositivi speciali.

Ognuno dei Governi contraenti si riserva la facoltà di prescrivere o di ammettere che nelle stazioni di cui all'art. 8, indipendentemente dall'installazione le cui indicazioni sono pubblicate in applicazione di quell'articolo, altri

dispositivi siano stabiliti ed esercitati in vista di una speciale trasmissione radioelettrica, senza che i particolari di questi dispositivi siano pubblicati.

ART. 10.

Condizioni imposte alle stazioni. Interferenze.

§ 1. - Le stazioni di cui all'art. 2 devono, per quanto è possibile, essere stabilite ed esercitate nelle migliori condizioni che la pratica del servizio avrà fatto conoscere ed essere mantenute al livello dei progressi scientifici e tecnici.

§ 2. - Tutte le stazioni, qualunque sia il loro scopo, devono per quanto è possibile essere stabilite ed esercitate in modo da non disturbare le comunicazioni o i servizi radioelettrici degli altri Governi contraenti e dei privati o imprese private autorizzate da questi Governi contraenti ad effettuare un servizio pubblico di radiocomunicazioni.

ART. 11.

Precedenza per le chiamate di soccorso.

Le stazioni partecipanti al servizio mobile sono obbligate ad accettare con precedenza assoluta le chiamate di soccorso qualunque sia la loro prevenienza, di rispondere a queste chiamate e di darvi il seguito che esse comportano.

ART. 12.

Tasse.

Le tasse applicabili ai radiotelegrammi ed i diversi casi nei quali questi beneficiano della franchigia radioelettrica, sono stabiliti in conformità delle disposizioni dei regolamenti annessi alla presente Convenzione.

ART. 13.

Regolamenti. Conferenze.

§ 1. - Le disposizioni della presente Convenzione sono completate da:

1°) - Un Regolamento generale che ha lo stesso valore ed entra in vigore insieme con la Convenzione.

2°) - Un Regolamento aggiunto che impegna solamente le parti che lo hanno sottoscritto.

§ 2. - Le prescrizioni della presente Convenzione e dei Regolamenti annessi vengono rivedute dalle Conferenze dei Plenipotenziari dei Governi contraenti, ogni Conferenza fissando essa stessa il luogo e l'epoca della riunione successiva.

§ 3. - Prima di ogni deliberazione, ogni Conferenza stabilisce un Regolamento interno, indicante le condizioni nelle quali sono organizzate e condotte le discussioni.

ART. 14.

Accordi particolari.

I Governi contraenti si riservano, per essi stessi e per le imprese private da essi regolarmente autorizzate allo scopo, la facoltà di concludere degli accordi particolari su questioni di servizio che non interessano la generalità dei Governi. Tali accordi dovranno tuttavia essere contenuti nei limiti della Convenzione e dei Regolamenti annessi, per quel che riguarda i disturbi che la messa in esecuzione degli accordi medesimi fosse suscettibile di produrre nei servizi degli altri Paesi.

ART. 15.

Sospensione del servizio.

Ogni Governo si riserva la facoltà di sospendere il servizio Internazionale di radiocomunicazione per un tempo indeterminato, qualora lo giudicasse necessario, sia in maniera generale, sia solamente rispetto a determinate relazioni o per certe specie di radiocomunicazioni, con l'obbligo di darne immediatamente comunicazione a ciascuno degli altri Governi contraenti per il tramite dell'Ufficio internazionale dell'Unione telegrafica.

ART. 16.

Ufficio Internazionale.

§ 1. - L'Ufficio internazionale dell'Unione telegrafica è incaricato di riunire, di coordinare e di pubblicare le informazioni di ogni natura relative ai servizi radioelettrici, d'istruire le domande di modifica alla Convenzione ed ai Regolamenti annessi, di far promulgare le modificazioni adottate ed in generale, di procedere a tutti i lavori amministrativi di cui sarà incaricato nell'interesse dei servizi radioelettrici internazionali.

§ 2. - Le spese accorrenti per tali attribuzioni saranno a carico di tutti i Paesi contraenti, nella proporzione fissata dal Regolamento generale.

ART. 17.

Comitato consultivo tecnico internazionale delle comunicazioni radioelettriche.

§ 1. - Un Comitato consultivo internazionale tecnico delle comunicazioni radioelettriche è istituito allo scopo di studiare le questioni tecniche e connesse, inerenti a tali comunicazioni.

§ 2. - La sua composizione, le sue attribuzioni ed il suo funzionamento sono stabiliti nel Regolamento generale annesso alla presente Convenzione.

ART. 18.

Relazioni con le stazioni dei Paesi non contraenti.

§ 1. - Ognuno dei Governi contraenti si riserva la facoltà di determinare le condizioni nelle quali esso ammette i telegrammi od i radiotelegrammi provenienti o destinati ad una stazione non sottomessa alle disposizioni della presente Convenzione.

§ 2. - Se un telegramma od un radiotelegramma viene ammesso, esso deve essere trasmesso, e gli devono essere applicate le tasse ordinarie.

ART. 19.

Adesioni.

§ 1. - (1) I Governi che non hanno preso parte alla presente Convenzione sono ammessi ad aderirvi a loro domanda.

(2) - Tale adesione è notificata per via diplomatica a quello dei Governi contraenti presso il quale è stato tenuto l'ultima Conferenza: tale Governo a sua volta la notificherà a tutti gli altri.

(3) - Essa importa di pieno diritto il riconoscimento di tutte le clausole della presente Convenzione e l'ammissione a tutti i vantaggi stipulati.

§ 2. - (1) L'adesione alla Convenzione del Governo di un Paese avente delle Colonie, Protettorati o Territori sotto sovranità o mandato, non implica l'adesione di queste Colonie, Protettorati o Territori sotto sovranità o mandato, a meno di una espressa dichiarazione a tale scopo da parte del detto Governo.

(2) - L'insieme di queste Colonie, Protettorati o Territori sotto sovranità o mandato, o ciascuno di essi separatamente, può formare oggetto d'una adesione separata o di una separata denuncia, nelle condizioni previste nel presente articolo e nell'Art. 22.

ART. 20.

Arbitrato.

§ 1. - In caso di dissenso tra due Governi contraenti, relativamente all'interpretazione od all'esecuzione sia della presente Convenzione sia dei Regolamenti previsti dall'articolo 13, la quistione deve, a domanda di uno di questi Governi, essere sottoposta ad un giudizio arbitrale. A tale scopo, ognuno dei Governi in causa ne sceglie un altro, non interessato nella questione.

§ 2. - Se l'accordo tra i due arbitri non può essere concluso, essi si aggiungono un altro Governo egualmente disinteressato nella questione controversa.

In caso di mancato accordo, da parte dei due arbitri, per quanto riguarda la scelta di questo terzo Governo, ogni arbitro propone un Governo contraente disinteressato nel conflitto; si procede alla estrazione a sorte dei Governi proposti. Il Governo sul cui territorio funziona l'Ufficio internazionale di cui all'articolo 16, è incaricato dell'estrazione a sorte. La decisione degli arbitri è presa a maggioranza di voti.

ART. 21.

Scambio di leggi e di testi regolamentari.

I Governi contraenti si comunicano, qualora lo ritengano utile, per il tramite dell' Ufficio internazionale dell' Unione telegrafica, le leggi ed i testi dei regolamenti che fossero stati o venissero ad essere promulgati nei loro Paesi relativamente all'oggetto della presente Convenzione.

ART. 22.

Impianti navali e militari.

§ 1. - I Governi contraenti conservano la loro intera libertà relativamente agli impianti radioelettrici non previsti dall'art. 2 e specialmente agli impianti navali e militari.

§ 2. - Tutti questi impianti e stazioni devono, per quanto è possibile, osservare le disposizioni regolamentari relative ai soccorsi da prestare in caso di pericolo ed alle misure da prendere per impedire i disturbi. Esse devono anche, per quanto è possibile, osservare le disposizioni regolamentari riguardanti i tipi di onde e le frequenze da utilizzare, secondo il genere del servizio che le dette stazioni assicurano.

§ 3. - Tuttavia, quando questi impianti e stazioni fanno uno scambio di corrispondenza pubblica o partecipano a servizi speciali retti dai regolamenti annessi alla presente Convenzione essi devono conformarsi, in generale, alle prescrizioni regolamentari, per la esecuzione di tali servizii.

ART. 23.

Entrata in vigore, durata e denuncia.

§ 1. - La presente Convenzione, entrerà in vigore a partire dal 1° Gennaio 1929; essa resterà in vigore per un tempo indeterminato e fino allo spirare di un anno, al partire dal giorno in cui verrà fatta la denuncia.

§ 2. - La denuncia non produce il suo effetto, che nei riguardi del Governo, a nome del quale essa è stata fatta. Per gli altri Governi contraenti, la Convenzione resta in vigore.

ART. 24.

Ratifica.

§ 1. - La presente Convenzione sarà ratificata e le ratifiche saranno depositate a Washington nel più breve termine possibile.

§ 2. - Nel caso che uno o più Governi contraenti non ratificassero la Convenzione, questa non cesserà di essere valida per quei Governi che l'avessero ratificata.

In fede di che, i rispettivi Plenipotenziari hanno firmata la Convenzione in un esemplare che resterà depositato negli archivi del Governo degli Stati Uniti d'America e del quale una copia sarà trasmessa ad ogni Governo.

Fatto a Washington il 25 Novembre 1927.

(Seguono le firme).

Regolamento Generale

annesso alla Convenzione Radiotelegrafica Internazionale

ART. 1.

Definizioni.

Nel presente regolamento, a complemento delle definizioni relative all'articolo primo della Convenzione:

L'espressione « *stazione mobile* » indica una qualunque stazione mobile.

L'espressione « *stazioni mobili* » indica l'insieme delle stazioni mobili, qualunque sia il posto che occupano.

L'espressione « *stazione di bordo* » indica una stazione impiantata a bordo di una nave, che non sia ancorata permanentemente.

L'espressione « *stazione d'aeronave* » indica una stazione impiantata a bordo di un'aeronave.

L'espressiona « *stazione costiera* » indica una stazione terrestre destinata alle comunicazioni con le stazioni di bordo. Può essere una stazione fissa che effettui anche comunicazioni con stazioni di bordo; essa è allora considerata come stazione costiera solamente per la durata del suo servizio con le stazioni di bordo.

L'espressione « *stazione aeronautica* » indica una stazione terrestre destinata alle comunicazioni con le stazioni delle aeronavi. Può essere una stazione fissa che effettui anche comunicazioni con le stazioni di aeronave; essa è considerata come stazione aeronautica solamente per la durata del suo servizio con le stazioni di aeronavi.

L'espressione « *stazione* » indica una qualunque stazione, indipendentemente dal servizio a cui è destinata.

L'espressione « *stazione terrestre* » ha un significato generale: esso è adoperato quando le relazioni considerate si riferiscono nello stesso tempo alle comunicazioni con le stazioni di bordo, alle comunicazioni con le stazioni di aeronavi ed alle comunicazioni con altre stazioni mobili qualsiasi. Esso indica allora, ad un tempo, una stazione costiera perciò che concerne le comunicazioni con stazioni di bordo, una stazione aeronautica per quanto riguarda le comunicazioni con le stazioni di aeronavi, ed una stazione qualsiasi su terra ferma destinata alle comunicazioni con altre stazioni mobili qualunque.

L'espressione « *servizio di radiodiffusione* » indica un servizio che assicura la radiodiffusione delle comunicazioni radiofoniche destinate ad essere ricevute dal pubblico direttamente, ovvero mercè l'impiego di stazioni ripetitrici (relais).

L'espressione « *servizio fisso* » indica un servizio che assicura le comunicazioni radioelettriche di qualsiasi genere tra punti fissi, ad eccezione del servizio di radiodiffusione e dei servizi speciali.

L'espressione « *servizio mobile* » indica un servizio di radio comunicazione che si esegue tra stazioni mobili e stazioni terrestri e tra stazioni mobili in comunicazione tra loro, ad eccezione dei servizi speciali.

L'espressione « *servizio speciale* » indica quello dei radiofari, della radiogoniometria, le emissione di segnali orari, di avviso ai naviganti, di onde campioni, le emissioni destinate a scopi scientifici ecc.

L'espressione « *radiofaro* » indica una stazione speciale, le cui emissioni sono destinate a permettere ad una stazione ricevente di determinare il suo rilevamento ovvero una direzione rispetto al radiofaro.

L'espressione « *stazione radiogoniometrica* » indica una provvista di apparati speciali, destinati a determinare la direzione delle emissioni di altre stazioni.

L'espressione « *stazione di radiodiffusione* » indica una stazione utilizzata per la diffusione delle emissioni radiotelefoniche, destinate ad essere ricevute dal pubblico.

L'espressione « *stazione sperimentale privata* » indica: 1°) Una stazione privata destinata ad esperienze aventi per oggetto lo sviluppo della tecnica o della scienza radioelettrica. 2°) Una stazione utilizzata da un *dilettante*, vale a dire da una persona debitamente autorizzata, che si interessa di problemi radiotecnici, a scopo esclusivamente personale, senza interesse pecunario.

L'espressione « *amministrazione* » indica una amministrazione governativa.

ART. 2.

Licenze.

1) - Nessuna stazione radioelettrica trasmittente può essere impiantata o gestita da un privato o da un'Impresa privata, senza licenza speciale rilasciata dal Governo del Paese da cui dipende la stazione in parola.

2) - Il titolare di una licenza deve impegnarsi a tenere il segreto delle corrispondenze, tanto dal punto di vista telegrafico, quanto dal punto di vista telefonico. Inoltre deve risultare dalla licenza che al titolare di essa è vietato captare le corrispondenze radiotelegrafiche diverse da quelle che la stazione è autorizzata a ricevere, e che qualora tali corrispondenze fossero involontariamente ricevute, esse non devono essere nè riprodotte per iscritto, nè comunicate a terze persone, nè messe a profitto per uno scopo qualsiasi.

3) - Allo scopo di facilitare la verifica delle licenze è conveniente aggiungere, se del caso, al testo redatto nella lingua nazionale una traduzione di detto testo in una lingua il cui uso sia molto diffuso nelle relazioni internazionali.

ART. 3.

Scelta e taratura degli apparati.

1) - La scelta degli apparati e dei dispositivi radioelettrici da impiegare in una stazione è libera, a condizione che le onde emesse siano conformi alla stipulazione del presente Regolamento.

2) - Le amministrazioni debbono prendere le misure necessarie per assicurarsi che i frequenziometri (ondametri impiegati per la regolazione degli apparati di trasmissione) siano tarati con la maggiore approssimazione possibile per confronto con gli ondametri campioni nazionali.

3) - In caso di contestazione internazionale i confronti sono fatti con un metodo di misura assoluta di frequenza.

ART. 4.

Classificazione ed impiego delle trasmissioni radioelettriche.

§ 1. (1) - Le trasmissioni radioelettriche sono ripartite in due classi:

a) - Onde persistenti

b) - Onde smorzate (definite come appresso):

Classe *a*) Onde le cui oscillazioni successive sono identiche in regime permanente.

Classe *b*) Onde composte di treni successivi nei quali l'ampiezza delle oscillazioni, dopo aver raggiunto un massimo, decresce in seguito gradamente.

(2) - Le onde della classe *a*) comprendono i tipi appresso indicati che sono definiti come segue:

Tipo *A*1: *Onde persistenti non modulate*. Onde persistenti la cui ampiezza o frequenza varia per effetto di una manipolazione telegrafica.

Tipo *A*2: *Onde persistenti modulate a frequenza udibile*. Onde persistenti la cui ampiezza o frequenza varia secondo una legge periodica di frequenza udibile, combinata con una manipolazione telegrafica.

Tipo *A*3: *Onde persistenti modulate dalla parola o dalla musica*. Onde persistenti la cui ampiezza o frequenza varia secondo le vibrazioni caratteristiche della parola o della musica.

(3) - La classificazione di cui sopra, in onde *A*1; *A*2; *A*3; non vieta l'impiego, nelle condizioni fissate dalle amministrazioni interessate, di onde modulate ovvero manipolate con dei procedimenti che non rientrano nelle definizioni dei tipi *A*1; *A*2; *A*3.

(4) - Le definizioni di cui sopra non sono relative ai sistemi degli apparati trasmettitori.

(5) - Le onde saranno indicate, in primo luogo, per mezzo delle loro frequenze in Kilocicli a secondo (Kc/s). In seguito alla predetta indicazione, sarà indicata tra parentesi la lunghezza approssimativa in metri.

Nel presente Regolamento, il valore approssimato della lunghezza d'onda in metri è il quoziente che si ottiene dividendo il numero 300.000 per la frequenza espressa in chilocicli a secondo.

§ 2. - Le onde emesse da una stazione debbono essere mantenute nei limiti della frequenza autorizzata con tutta l'esattezza consentita dallo stato della tecnica ed il loro irraggiamento deve essere immune il più possibile, da tutte le emissioni che non sono essenziali al tipo della comunicazione effettuata.

§ 3. - Le Amministrazioni interessate fissano la tolleranza ammissibile per lo scarto tra la frequenza media delle emissioni e la frequenza denunciata. Le stesse amministrazioni, seguendo i progressi della tecnica, cercheranno di ridurre progressivamente detta tolleranza.

§ 4. - La larghezza di una *gamma* di frequenze occupata dalla trasmissione di una stazione deve corrispondere ragionevolmente ai progressi della tecnica, in relazione al tipo di comunicazione di cui si tratta.

§ 5. - Nei casi in cui alcune gamme di frequenza sono attribuite ad un determinato servizio, le stazioni addette a tale servizio debbono impiegare delle frequenze sufficientemente distanti dai limiti delle predette gamme per non creare disturbi all'attività delle stazioni adibite ai servizi ai quali sono attribuiti le gamme di frequenze contigue.

ART. 5.

Distribuzione ed impiego delle frequenze (lunghezze di onda) e dei tipi di emissione.

§ 1 - Le Amministrazioni dei Paesi contraenti possono attribuire una frequenza qualunque ed un tipo di onda qualsiasi a tutte le stazioni radioelettriche sotto la loro giurisdizione, con la sola condizione che non ne risultino disturbi ad un qualsiasi servizio di un altro Paese.

§ 2 - Tuttavia, queste Amministrazioni sono d'accordo di attribuire alle stazioni che, in dipendenza della loro natura, si prevedono capaci di creare dei seri disturbi internazionali, delle frequenze e dei tipi di onde conformi alle regole di ripartizione e d'impiego delle onde, come sono indicate più innanzi.

§ 3 - Le Amministrazioni sono altresì di accordo nel considerare la tavola di ripartizione delle gamme di frequenza (vedere il paragrafo 7) come una guida che indichi, per i diversi servizi, i limiti che debbono essere rispettati da tutte le stazioni nuove, ed entro i quali debbono essere adattate tutte le stazioni esistenti entro il più breve termine praticamente possibile e senza diminuire la qualità del servizio che le dette stazioni esistenti assicurano, tenendo ancor conto dello stato attuale dei loro impianti.

§ 4 - Frattanto, le frequenze di tutte le stazioni di radiodiffusione che lavorano attualmente con frequenze inferiori a 300 Kc/sec (lunghezza di onda superiore a 1000 m.) debbono, come principio, essere riportate, al più tardi

entro un anno dall'entrata in vigore del presente Regolamento, o nella gamma compresa tra 160 e 224 Kc sec. (lunghezza d'onda 1875 a 1340 m.) o nella gamma compresa tra 550 e 1500 Kc sec. (lunghezza d'onda 545 a 200 m.).

§ 5 - Nessuna nuova stazione di radiodiffusione sarà autorizzata a lavorare nella gamma di frequenze compresa tra 160 e 224 Kc/sec. (lunghezza d'onda 1875 a 1340 m.) a meno che non ne risultino inconvenienti per i servizi di radiocomunicazioni esistenti, compresi i servizi di radiodiffusione, effettuati dalle stazioni che utilizzano già delle frequenze comprese entro la predetta gamma e le stazioni la cui frequenza sarà riportata all'interno della stessa gamma in applicazione alle disposizioni del §. 4 di cui sopra.

§ 6 - La potenza delle stazioni di radiodiffusione esistenti che utilizzano delle frequenze inferiori a 300 Kc. sec. (lunghezza di onda superiore a 1000 m.) non deve essere aumentata, a meno che non ne risultino inconvenienti per i servizi di radiocomunicazione esistenti.

§ 7 - La tabella annessa indica la ripartizione delle frequenze (lunghezza d'onda approssimativa) tra i servizi diversi.

§ 8 (1) - L'uso delle onde del tipo *b* di una frequenza inferiore a 375 Kc. sec. (lunghezza di onda superiore a 800 m.) sarà vietato a partire dal 1° Gennaio 1930 con riserva delle disposizioni del § 1 del presente articolo e salvo per le stazioni terrestri esistenti.

(2) - Nessun nuovo impianto di trasmettitori di onde del tipo *b* potrà essere fatto su piroscafi od aeronavi a partire dal 1° Gennaio 1930, salvo quando detti trasmettitori lavorando a piena potenza dissipino meno di 300 Watt misurati all'entrata del trasformatore d'alimentazione, a frequenza udibile.

(3) - L'uso delle onde del tipo *b*, di tutte le frequenze sarà vietato a partire dal 1° Gennaio 1940, salvo per i trasmettitori che corrispondano alle condizioni di potenza indicate precedentemente in (2).

(4) - Nessun nuovo impianto di trasmettitori del tipo *b* potrà più essere fatta in una stazione terrestre o fissa. Le onde di questo tipo saranno vietate in tutte le stazioni terrestri a partire dal 1° Gennaio 1935.

§ 9 - L'impiego del tipo di onde *A3* non è autorizzato tra 100 a 160 Kc/s. (3000 e 1875 m.).

§ 10 - L'impiego del tipo d'onde *A2* non è autorizzato fra 100 a 150 Kc/s. (3000 e 2000 m.) salvo nella gamma da 100 a 125 Kc/s. (da 3000 a 2400 m.) esclusivamente per i segnali orari.

§ 11 - Nella gamma da 460 a 550 Kc/s. (da 650 a 545 m) non è autorizzato nessun tipo di trasmissione suscettibile di rendere inefficaci i segnali di soccorso, d'allarme, di sicurezza o d'urgenza; emessi su 500 Kc/s. (600 m.).

§ 12 - Come principio, ogni stazione che assicura un servizio tra punti fissi su un'onda di frequenza inferiore a 110 Kc/s. (lunghezza d'onda superiore a 2725 m). deve impiegare una sola frequenza, scelta fra le gamme attribuite al servizio in parola (v. § 7) per ciascuno dei trasmettitori che essa impiega, suscettibile di funzionare simultaneamente. Non è permesso ad una

stazione di far uso, per un servizio tra punti fissi, di una frequenza diversa da quella fissata com'è detto sopra.

§ 13 - Come principio, le stazioni impiegano le stesse frequenze e gli stessi tipi d'emissione sia per le trasmissioni di messaggi col metodo unilaterale, che per il loro servizio normale. Tuttavia possono intervenire accordi regionali per dispensare le stazioni interessate dall'osservanza di questa regola.

§ 14 - Al fine di facilitare lo scambio dei messaggi meteorologici sinottici, nelle regioni europee saranno attribuite a questo servizio, per mezzo di accordi regionali, due frequenze fra 37,5 e 100 Kc s. (lunghezza d'onda tra 8000 e 3000 m.).

§ 15 - Per facilitare la trasmissione e la distribuzione rapida delle informazioni utili alla scoperta dei delitti e all'arresto dei criminali, sarà riservata a questo scopo, per mezzo di accordi regionali, una frequenza fra 37,5 e 100 Kc s. (lunghezza d'onda tra 8000 e 3000 m.).

§ 16 - (1) - Le frequenze assegnate dalle Amministrazioni alle nuove stazioni fisse terrestri, o di radiodiffusione, di cui esse hanno autorizzato o intrapreso l'impianto, devono essere scelte in modo da evitare, per quanto è possibile, di disturbare i servizi internazionali effettuati dalle stazioni esistenti, le cui frequenze sono già state notificate all'Ufficio internazionale.

Nel caso di un cambiamento di frequenza d'una stazione esistente fissa, terrestre o di radiodiffusione, la nuova frequenza assegnata a detta stazione deve soddisfare alla condizione sopra menzionata.

(2) - I Governi interessati si accordano, ove occorra, per la fissazione delle onde da attribuire alle stazioni di cui si tratta, e per la determinazione delle condizioni d'impiego delle onde cosi attribuite. Se non si può attuare nessuna disposizione atta ad evitare i disturbi, le prescrizioni dell'articolo 20 della Convenzione possono essere applicate.

§ 17 - (1) - Ogni Amministrazione avverte prontamente l'Ufficio internazionale, quando essa decide o autorizza l'impianto di una stazione di radiocomunicazione il cui esercizio richiede l'attribuzione (per un servizio regolare) di una frequenza determinata, inferiore a 37,5 Kc s. (di una lunghezza d'onda superiore a 8000 m.), nel caso in cui l'impiego di questa lunghezza potesse causare dei disturbi internazionali su delle regioni estese. Questo avviso deve pervenire all'Ufficio internazionale quattro mesi avanti la costruzione della stazione in parola, in modo da permettere di regolare le obiezioni che un'Amministrazione qualunque potrebbe sollevare contro l'adozione della frequenza proposta.

(2) - Nel caso di una stazione fissa a onde corte, destinata ad effettuare un servizio regolare e il cui irraggiamento potesse causare dei disturbi internazionali, l'Amministrazione interessata deve, come regola generale, prima del completamento della stazione, e in ogni caso prima che essa sia aperta al servizio, notificare all'Ufficio internazionale la frequenza assegnata a questa stazione.

(3) - Una tale notifica deve essere fatta, tuttavia, solo quando l'Ammini-

strazione interessata ha acquisita la certezza che il servizio di cui si tratta potrà essere stabilito entro un termine ragionevole.

§ 18 - (1) - Ogni Amministrazione può attribuire alle stazioni dei dilettanti delle frequenze scelte nelle gamme concesse ai dilettanti, nella tabella di ripartizione del §. 7.

(2) - La potenza massima che queste stazioni possono utilizzare è fissata dalle Amministrazioni interessate, tenendo conto delle qualità tecniche degli operatori e delle condizioni nelle quali le dette stazioni devono lavorare.

(3) - Tutte le regole generali fissate nella Convenzione e in questo Regolamento si applicano alle stazioni di dilettanti. In particolare, la frequenza delle onde emesse dev'essere costante ed esente da armoniche, per quanto lo stato della tecnica lo permetta.

(4) - Durante le loro trasmissioni, queste stazioni devono trasmettere il loro nominativo di chiamata a corti intervalli.

ART. 6.

Servizio delle stazioni sperimentali private.

§ 1 - Lo scambio di comunicazioni tra stazioni sperimentali private, di Paesi differenti, è vietato se l'Amministrazione di uno dei paesi interessati ha notificata la sua opposizione a questo scambio.

§ 2 - Quando questo scambio è permesso le comunicazioni devono, a meno che i Paesi interessati non abbiano preso altri accordi fra di loro, effettuarsi in linguaggio chiaro e limitarsi ai messaggi che riguardano le esperienze e a delle osservazioni di carattere personale per le quali, in ragione della loro poca importanza, non sarebbe opportuno ricorrere al servizio telegrafico pubblico.

§ 3 - In una stazione sperimentale privata, autorizzata a effettuare delle trasmissioni, ogni persona che manovra gli apparecchi per suo proprio conto o per quello di terzi, deve aver provato che è idonea a trasmettere i testi in segnali del Codice Morse, e a leggere, con la ricezione radioelettrica a udito, i testi così trasmessi. Essa non può farsi sostituire che da persone autorizzate, che possiedano le stesse attitudini.

§ 4 - Le Amministrazioni prenderanno le misure che reputeranno necessarie per verificare l'idoneità tecnica di chiunque debba manovrare gli apparecchi.

ART. 7.

§ 1 - (1) - Il servizio di ogni stazione mobile, radiotelegrafica o radiotelefonica, deve essere assicurato da un operatore radiotelegrafista, che possieda un certificato concesso dal Governo da cui dipende detta stazione. Tuttavia, nelle stazioni mobili provvedute di un impianto di radiotelefonia di piccola

potenza (d'una potenza che non superi i 300 Watt di alimentazione) utilizzabile solamente per la telefonia, il servizio può essere assicurato da un operatore titolare del solo certificato di radiotelefonista.

(2) - Nel caso di assoluta indisponibilità dell'operatore nel corso di una traversata, di un volo o di un viaggio, il Comandante o la persona responsabile della stazione mobile può autorizzare, ma a titolo temporaneo solamente, un operatore che possieda un certificato concesso da un altro Governo contraente, ad assumere il servizio radio elettrico. Quando si dovrà ricorrere, come operatore provvisorio, a una persona che non possieda certificato sufficiente, il suo intervento si dovrà limitare ai casi d'urgenza. In ogni modo la persona o l'operatore sunnominati dovranno essere sostituiti, appena possibile, da un operatore che possieda il certificato previsto nel paragrafo 1 (1).

§ 2 - Vi sono due classi di certificati e di certificati speciali per gli operatori radiotelegrafisti e una classe di certificati per gli operatori radiotelefonisti.

Certificato di Radiotelegrafista.

§ 3 (1) - Ogni Governo resta libero di fissare il numero degli esami giudicati necessari per conseguire il certificato di 1ª classe.

(2) - Il certificato di 1ª classe constata obbligatoriamente che l'operatore possiede le attitudini richieste per il conseguimento del certificato di radiotelefonista. Ogni Governo resta libero di richiedere o no queste stesse attitudini per il certificato di 2ª classe.

(3) - Le condizioni minime da imporre per il conseguimento di questi certificati sono le seguenti:

A) - PRIMA CLASSE.

Il certificato di 1ª classe constata il valore professionale e tecnico dell'operatore in ciò che concerne:

a) - La conoscenza dei principi generali di elettricità e della teoria della radiotelegrafia e della radiotelefonia come pure la conoscenza di tutti gli apparecchi utilizzati nel servizio mobile.

b) - La conoscenza teorica e pratica del funzionamento degli apparecchi accessori, come gruppi elettrogeni, accumulatori ecc. utilizzati per la messa in opera e la regolazione degli apparecchi indicati nella lettera *a*).

c) - Le conoscenze pratiche necessarie per effettuare, con i mezzi di bordo, le riparazioni di avarie che possono aver luogo negli apparecchi durante il viaggio.

d) - La trasmissione corretta e la ricezione auditiva di gruppi convenzionali di codice (miscuglio di lettere, di cifre e di segni d'interpunzione) a una velocità di 20 (venti) gruppi per minuto, e d'un testo in chiara lingua materna a una velocità di 25 (venticinque) parole al minuto. Ogni « gruppo convenzionale » di codice deve comprendere cinque caratteri, ciascuna cifra o segno

di interpunzione contando come due caratteri. La parola media del testo in chiara lingua materna dev'essere composta di cinque caratteri.

e) - La conoscenza dettagliata dei regolamenti che si applicano allo scambio delle comunicazioni radioelettriche, la conoscenza dei documenti relativi alla tassazione dei radiotelegrammi, la conoscenza della parte dei regolamenti sulla sicurezza della vita umana in mare in rapporto alla radiotelegrafia, e, per la navigazione aerea, la conoscenza delle disposizioni speciali che reggono il servizio radioelettrico della navigazione aerea.

f) - La conoscenza della geografia generale delle cinque parti del mondo, specialmente delle principali comunicazioni elettriche con fili e senza fili.

B) — Seconda Classe.

Il certificato di 2ª classe constata il valore professionale dell'operatore per quel che riguarda:

a) - La conoscenza teorica e pratica elementare della elettricità e della radiotelegrafia, come pure la conoscenza della regolazione e del funzionamento degli apparecchi utilizzati nel servizio mobile.

b) - La conoscenza teorica e pratica elementare del funzionamento degli accessori, come gruppi elettrogeni, accumulatori ecc. utilizzati per la messa in opera e la regolazione degli apparecchi menzionati alla lettera *a*).

c) - Le conoscenze pratiche sufficienti per poter effettuare le piccole riparazioni, in caso di avarie negli apparecchi.

d) - La trasmissione corretta e la ricezione auditiva corretta di « gruppi convenzionali » di codice (miscuglio di lettere, di cifre e di segni d'interpunzione) a una velocità di 16 gruppi per minuto, e d'un testo in chiara lingua materna, a una velocità di 20 (venti) parole al minuto. Ogni « gruppo convenzionale » deve comprendere cinque caratteri, ciascuna cifra o segno d'interpunzione contando per due caratteri. La parola media del testo in chiara lingua materna deve esser composta di cinque caratteri.

e) - La conoscenza dei regolamenti che si applicano allo scambio delle comunicazioni radioelettriche, la conoscenza dei documenti relativi alla tassazione dei radiotelegrammi, la conoscenza della parte dei regolamenti sulla sicurezza della vita umana in mare, in rapporto alla radiotelegrafia e, per la navigazione aerea, la conoscenza delle disposizioni speciali che reggono il servizio radioelettrico della navigazione aerea.

f) - La conoscenza delle nozioni di geografia generale che si applicano alle comunicazioni con filo e senza filo.

C) — Certificato speciale.

(1) - Il servizio radiotelegrafico delle piccole navi (alle quali la Convenzione per la sicurezza della vita umana in mare non è applicabile) può essere

assicurato da operatori provvisti d'un certificato speciale che risponde alle condizioni seguenti:

a) - Gli operatori di queste stazioni mobili che partecipano al servizio internazionale della corrispondenza pubblica e al lavoro generale delle stazioni mobili, devono essere capaci di assicurare le comunicazioni radioelettriche alla velocità di trasmissione e di ricezione prevista per il conseguimento del certificato di seconda classe.

b) - Quando queste stazioni non partecipano al detto servizio, ma agiscono naturalmente in caso di sinistro, e lavorano su un'onda particolare, senza disturbare gli altri servizi radioelettrici, spetta a ciascun Governo interessato di fissare le condizioni per il conseguimento del certificato.

(2) - A titolo eccezionale è concesso provvisoriamente al Governo della Nuova Zelanda di accordare un certificato speciale, fissando le condizioni per il suo conseguimento, agli operatori di piccoli bastimenti della sua nazionalità, che non si allontanano dalle coste del detto Paese, e non partecipano al servizio internazionale della corrispondenza pubblica e al lavoro generale delle stazioni mobili che in maniera limitata.

§ 4 (1) - Prima di divenir capo posto di una stazione mobile a bordo di una nave di prima categoria (art. 20, § 2) un operatore di 1ª classe deve avere almeno un anno d'esperienza come operatore a bordo d'una nave o in una stazione costiera.

(2) - Per divenire capo posto d'una stazione mobile a bordo di una nave di seconda categoria (art. 20 § 2) un operatore di 1ª classe deve avere almeno sei mesi d'esperienza come operatore a bordo d'una nave o in una stazione costiera.

(3) - Per assicurare il servizio come operatore di 1ª classe sopra un'aeronave, l'operatore deve dimostrare d'avere eseguito un certo numero di ore di volo in servizio radioelettrico, fissato dalla Amministrazione che concede il certificato.

§ 5 - Gli operatori che hanno superato con successo l'esame per il conseguimento del certificato di 2ª classe ricevono dal loro Governo un certificato provvisorio che li autorizza ad imbarcarsi come capiposto sui bastimenti di terza categoria Art. 20 § 2). Dopo aver dimostrato di aver eseguito un servizio di sei mesi a bordo di una nave, essi possono ricevere il certificato definitivo di 2ª classe che li autorizza ad esercitare le stesse funzioni su bastimenti di seconda categoria.

Certificato di radiotelefonista.

§ 6 (1) - Non c'è che una classe di certificati per gli operatori della radiotelefonia.

(2) - Questo certificato constata il valore professionale dell'operatore per quel che riguarda:

a) - La conoscenza della regolazione e del funzionamento degli apparecchi di radiotelefonia.

b) - L'attitudine alla trasmissione e alla ricezione, in modo chiaro, della conversazione per mezzo dell'apparato telefonico.

c) - La conoscenza del regolamento che riguarda lo scambio delle comunicazioni radiotelefoniche e la parte dei regolamenti radiotelegrafici concernente la sicurezza della vita umana.

(3) - I titolari del certificato di radiotelefonisti non possono essere impiegati che sulle navi, aeronavi ecc. provviste di una istallazione di radiotelefonia a piccola potenza (300 watts di alimentazione al massimo) e solamente per il servizio telefonico.

(4) Gli operatori radiotelefonisti del servizio aeronautico devono dimostrare di aver compiuto a bordo di un'aeronave un numero di ore di volo fissato dalle amministrazioni interessate.

(5) - Il titolare di un certificato di radiotelegrafista di 1ª classe, come pure il titolare di un certificato di radiotelegrafista di 2ª classe fornito del certificato di radiotelegrafista, possono disimpegnare il servizio radiotelefonico su ogni stazione mobile.

§ 7 - Ogni Amministrazione prende le misure necessarie per sottomettere gli operatori all'obbligo del segreto di corrispondenza, e per evitare nella maggior misura possibile, l'impiego fraudolento dei certificati.

§ 8 - I Governi interessati prenderanno le disposizioni necessarie perchè il beneficio dei certificati concessi sotto il precedente regime sia mantenuto ai titolari di questi certificati, idonei a soddisfare, in modo completo alle nuove condizioni di concessione.

§ 9 - Le disposizioni del presente articolo diverranno obbligatorie in un termine massimo di tre anni dopo l'entrata in vigore del presente Regolamento.

ART. 8.

Autorità del Comandante.

§ 1 - Il servizio radioelettrico di una stazione mobile è posto sotto l'Autorità superiore del Comandante o della persona responsabile della nave, dell'aeronave, o dell'altro veicolo che porti la stazione mobile.

§ 2 - Il Comandante o la persona responsabile, come tutte le persone che possono avere conoscenza del testo o semplicemente dell'esistenza dei radio telegrammi, o di ogni informazione ottenuta per mezzo del servizio radiotelegrafico sono sottomesse all'obbligo di conservare e assicurare il segreto di corrispondenza.

ART. 9.

Procedura generale nel servizio mobile.

§ 1 - Nel servizio mobile è obbligatoria la procedura qui appresso indicata, salvo il caso di chiamata di soccorso o di corrispondenza in caso di sinistro, al quale sono applicabili le disposizioni dell'Art. 19.

§ 2 - (1) Prima di procedere ad ogni trasmissione, la stazione trasmittente deve assicurarsi che non si produrrà disturbo eccessivo per altre comunicazioni che avvengano nel suo raggio di azione, sull'onda che essa impiegherà; se vi è probabilità che un tale disturbo abbia luogo, essa deve attendere il primo arresto nella trasmissione che potrebbe disturbare.

(2) - Se, malgrado questa precauzione, una comunicazione radioelettrica in corso è impedita dalla chiamata, questa deve cessare alla prima domanda di una stazione terrestre aperta al servizio internazionale della corrispondenza pubblica o di una stazione aeronautica qualunque. La stazione che domanda questa cessazione deve indicare la durata approssimativa dell'attesa imposta alla stazione di cui ella interrompe la chiamata.

§ 3 - Nelle relazioni radiotelegrafiche del servizio mobile, si segue il procedimento seguente per chiamare una stazione:

(1) *a*) - La stazione che chiama trasmette tre volte, al masssimo, il nominativo di appello della stazione chiamata, e la parola DE seguita da tre volte, al massimo, il proprio nominativo di appello.

b) Per produrre questa chiamata, la stazione che trasmette utilizza l'onda sulla quale è in attesa la stazione chiamata.

(2) - La stazione chiamata risponde trasmettendo tre volte, al massimo, il nominativo di appello della stazione che chiama, la parola DE, il proprio nominativo di appello, e, se essa è pronta a ricevere il messaggio, la lettera *K* (invito a trasmettere) seguita, se essa lo ritiene opportuno, dall'abbreviazione appropriata e da una cifra che indica l'intensità dei segnali ricevuti.

(3) - Se la stazione chiamata è nell'impossibilità di ricevere, essa sostituisce, nella formula di risposta, la lettera *K* col segnale ·—··· (attesa) seguito da un numero che indichi, in minuti la durata probabile dell'attesa. Se questa durata probabile eccede i 10 minuti, l'attesa deve essere motivata.

(4) - Quando vi sono parecchi radiotelegrammi da trasmettere nel medesimo senso, essi possono essere trasmessi in serie, col consenso della stazione che li deve ricevere.

(5) - Quest'ultima stazione, dando il suo consenso indica il numero di radiotelegrammi che ella è pronta a ricevere in serie, e fa seguire questa indicazione dalla lettera *K*.

(6) - Come principio, ogni radiotelegramma contenente più di 100 parole è considerato come costituente una serie, o fa terminare una serie in corso.

(7) - Come regola generale, i radiotelegrammi lunghi, tanto quelli in linguaggio chiaro che quelli in linguaggio convenuto o cifrato, sono trasmessi

per sezioni, ogni sezione deve contenere 50 parole nel caso della lingua chiara, e 20 parole o gruppi quando si tratta di linguaggio convenuto o cifrato.

(8) - Alla fine di ogni sezione, viene trasmesso il segnale ··——·· (?) che significa: « Avete ben ricevuto il radiotelegramma fino adesso? ». Se la sezione è stata correttamente ricevuta, la stazione ricevente trasmette la lettera *K*, e si prosegue la trasmissione del radiotelegramma.

(9) *a*) - La trasmissione di un radiotelegramma termina con segnale ·—·—· (fine di trasmissione) seguito dal nominativo di appello della stazione trasmittente e dalla lettera *K*.

b) - Nel caso della trasmissione in serie, il nominativo di appello della stazione trasmittente e la lettera *K* non sono trasmessi che alla fine della serie.

(10) *a*) - Si accusa ricevuta di un radiotelegramma per mezzo della lettera *R* seguita dal numero del radiotelegramma; e si fa precedere la formula seguente: nominativo di appello della stazione che ha trasmesso, parola DE, nominativo di appello della stazione ricevente.

b) - Si accusa ricevuta di una serie di radiotelegrammi per mezzo della lettera *R* seguita dal numero dei radiotelegrammi ricevuti, come pure dai numeri del primo e dell'ultimo radiotelegramma componente la serie. Anche qui si premette la formula indicata nel comma precedente.

(11) - La fine del lavoro tra due stazioni è indicata da ciascuna di esse per mezzo del segnale ···—·— (fine di lavoro) seguito dal proprio nominativo di appello.

§ 4 - (1) - Se la stazione che chiama ha l'intenzione di trasmettere un proprio messaggio con un tipo di onda *o e* con una frequenza diversa da quelle impiegate per effettuare la chiamata, essa fa seguire il proprio nominativo di appello dalle indicazioni di servizio che definiscono il tipo d'onda *o e* la frequenza che essa si propone di adoperare nella trasmissione. L'assenza di queste indicazioni di servizio significa che essa non ha l'intenzione di cambiare il tipo d'onda nè la frequenza.

(2) - Se la stazione chiamata desidera che la stazione che chiama trasmetta con un tipo d'onda *o e* su una frequenza diversa da quelle utilizzate per la chiamata, essa aggiunge alla formula di risposta le indicazioni di servizio che definiscono il tipo d'onda *o e* la frequenza di cui essa domanda l'impiego. L'assenza di queste indicazioni di servizio, significa che essa non desidera che il tipo d'onda *o e* la frequenza, utilizzata per la chiamata, siano cambiate.

(3) - Se la stazione che chiama ha indicato che essa adopererà per le trasmissioni un tipo d'onda *o e* una frequenza diversa da quelle con cui essa ha effettuato la chiamata, la stazione chiamata nella formula di risposta fa precedere la lettera *K* dalle abbreviazioni che permettono di indicare che, a partire da questo momento essa ascolta sul tipo d'onda *o e* la frequenza annunciata, e che anche essa impiegherà i detti tipi d'onda *o e* la stessa frequenza per tutta la durata della comunicazione.

(4) - Se la stazione che chiama è una stazione terrestre che può, confor-

mente alle disposizioni del presente regolamento, impiegare un'onda diversa da quelle che è possibile alla stazione mobile di emettere, essa può dopo aver stabilito il contatto, utilizzare quest'onda per trasmettere il suo messaggio. In questo caso, il procedimento da seguire è quello qui indicato:

a) - La stazione terrestre chiama la stazione mobile impiegando l'onda sulla quale questa è in attesa, e, dopo aver ottenuto risposta, l'informa per mezzo dell'abbreviazione appropriata che essa deve ascoltarla in seguito sull'onda che si propone di utilizzare.

b) - Se la stazione mobile può ricevere l'onda annunciata, essa trasmette la lettera *K*. In caso contrario, essa informa la stazione terrestre, per mezzo dell'abbreviazione appropriata, del fatto che non le è possibile ricevere l'onda proposta, e le due stazioni s'intendono per adottare un'altra onda di lavoro.

(5) - La stazione terrestre conserva l'onda che essa ha impiegato fin dopo la trasmissione del segnale ···—·— (fine di lavoro) seguito dal suo nominativo di appello. Questo segnale, seguito dal nominativo di appello, è ripetuto dalla stazione mobile sull'onda internazionale di appello attribuita al suo servizio.

(6) - Quando la stazione terrestre che riceve una domanda di cambiare il tipo d'onda *o e* la frequenza non può o non desidera dar seguito a questa domanda, essa non trasmette il segnale *K*, ma propone, impiegando le abbreviazioni appropriate, l'impiego di un'altro tipo di onda *o/e* di un'altra frequenza.

§ 5 (1) - Sull'onda di 500 Kc sec. (600 metri) (o su un'onda autorizzata nel caso di comunicazioni con una stazione d'aeronave) i periodi di lavoro continuo tra le due stazioni non devono oltrepassare 10 minuti circa; dopo ciascuno di questi periodi bisogna osservare un periodo di sospensione, al fine di permettere, eventualmente, ad un'altra stazione di lanciare un appello di priorità o di trasmettere un messaggio di priorità.

(2) - sulle altre onde adoperate nel servizio mobile marittimo, la durata dei periodi di lavoro continuo è sotto il controllo della stazione costiera. In caso di comunicazione tra due stazioni di bordo è la stazione ricevente che determina la durata dei periodi di lavoro continuo.

(3) - Nelle comunicazioni tra stazioni d'aeronave, la durata dei periodi di lavoro continuo è sottomessa al controllo della stazione di aeronave che riceve, sotto riserva dell'intervento, a questo scopo, della stazione aeronautica. Nelle relazioni tra stazioni aeronautiche e stazioni d'aeronavi, è la stazione aeronautica che controlla la durata dei periodi di lavoro continuo.

§ 6 - Quando una stazione riceve una chiamata senza essere certa che questa chiamata le è destinata, essa non deve rispondere prima che la chiamata sia stata ripetuta e compresa. Quando, d'altra parte una stazione riceve un'appello che le è destinato, ma ha dei dubbi sull'indicativo di appello della stazione che chiama, essa deve rispondere immediatamente utilizzando il segnale ··———·· al posto dell'indicativo di appello di questa ultima stazione.

§ 7 - (1) - Quando è necessario fare dei segnali di prova, al fine di regolare l'apparecchio prima di procedere alla chiamata o alla trasmissione, que-

sti segnali non devono essere protratti oltre 10 secondi circa; essi devono essere costituiti da una serie di *V* seguita dal nominativo di appello della stazione che opera.

(2) - Se una stazione emette dei segnali di prova dietro domanda di un'altra stazione, per permettere a questa di regolare il suo apparecchio ricevente, questi segnali devono ugualmente essere costituiti da una serie di *V* nella quale s'intercala più volte il nominativo di appello della stazione emittente.

ART. 10.

Chiamata generale a tutte le stazioni mobili.

§ 1 - Le stazioni che desiderano entrare in comunicazione con delle stazioni mobili, senza tuttavia conoscere i nomi delle stazioni mobili che sono nel loro raggio d'azione, possono impiegare il segnale di ricerca *CQ*, che sostituisce il nominativo della stazione chiamata nella formula d'appello, questa formula essendo seguita dalla lettera K (chiamata generale a tutte le stazioni mobili, con domanda di risposta).

§ 2 - Nelle regioni dove il traffico è intenso l'impiego dell'appello *CQ* seguito della lettera K è proibito, salvo in combinazione con dei segnali d'urgenza.

§ 3 - La chiamata *CQ* non seguita dalla lettera *K* (chiamata generale a tutte le stazioni mobili, senza domanda di risposta) si impiega per i radiotelegrammi di informazione generale, per i segnali orari, per le informazioni meteorologiche regolari, per gli avvisi generali di sicurezza e per le informazioni di qualsiasi specie destinate ad essere lette da chiunque può riceverle.

ART. 11.

Disturbi.

§ 1 (1) - Lo scambio di segnali superflui è proibito alle stazioni mobili. Prove ed esperienze sono tollerate, in queste stazioni, soltanto fino a che non turbino il servizio di altre stazioni.

(2) - Ogni Amministrazione decide, in vista della loro autorizzazione, se le prove o le esperienze proposte siano suscettibili di turbare il servizio delle altre stazioni.

§ 2 - Le prove e le regolazioni, in una stazione qualunque, devono essere condotte in modo di non turbare il servizio delle altre stazioni impegnate in una corrispondenza autorizzata. I segnali di prova e di regolazione devono essere scelti in modo che nessuna confusione possa prodursi con un segnale, un'abbreviazione, etc. di significato particolare definito dal Regolamento.

§ 3 - Una stazione qualunque che effettua delle emissioni a scopo di prova, di regolazione o di esperienze, deve trasmettere il suo nominativo di appello a frequenti intervalli, durante il corso di queste emissioni.

§ 4 - L'Amministrazione o il servizio privato, che formula un reclamo in materia di disturbo, deve per appoggiare e giustificare detto reclamo, dichiarare che essa impiega regolarmente degli apparecchi di ricezione di tipo equivalente al miglior tipo utilizzato nella pratica corrente del servizio di cui si tratta.

ART. 12.

Rapporto sulle infrazioni.

§ 1 - Se un'Amministrazione viene a conoscenza di un'infrazione alla Convenzione o a questo Regolamento, commessa, in una delle stazioni del servizio mobile che essa ha autorizzato, essa constata i fatti, fissa le responsabilità e prende le misure necessarie.

§ 2 - Le infrazioni alle regole del servizio mobile sono segnalate dalle stazioni che le constatano, all'Amministrazione dalla quale esse stesse dipendono, e questo per mezzo di moduli conformi al modello riprodotto all'appendice 2.

§ 3 - Nel caso d'infrazioni reiterate da parte di una stessa stazione, se ne deve fare rapporto all'Amministrazione del paese da cui dipende questa stazione.

ART. 13.

Pubblicazione di documenti di servizio.

§ 1 - L'Ufficio Internazionale compila e pubblica i documenti di servizio seguenti:

a) - Una tavola e una carta destinate ad essere annesse alla Nomenclatura delle stazioni di bordo, e indicante le zone e le ore di servizio a bordo delle navi classificate nella seconda categoria (vedere le appendici 5 e 6);

b) - una Lista alfabetica dei nominativi di appello di tutte le stazioni fisse, terrestri e mobili, provvedute di nominativo di appello della serie internazionale. Questa lista è compilata senza considerazione di nazionalità; essa è preceduta da una tavola di ripartizione dei nominativi di appello, che menziona i Paesi ai quali una o più serie di nominativi di appello sono attribuite, nelle condizioni fissate nell'art. 14;

c) - delle Nomenclature di tutte le stazioni fisse, terrestri e mobili aventi un nominativo di appello della serie internazionale e aperte o no alla corrispondenza pubblica, e una Nomenclatura delle stazioni di radio diffusione.

§ 2 - La Nomenclatura relativa a ciascuna categoria di stazioni è pubblicata in fascicoli separati, come segue:

I. — **Stazioni fisse terrestri.**

(1) - Nomenclatura delle stazioni secondo i paesi, i nomi dei paesi essendo ordinati alfabeticamente, e i nomi delle stazioni di uno stesso paese essendo alla loro volta ordinati alfabeticamente sotto il nome di questo paese. Questa nomenclatura è preceduta da un indice alfabetico indicante i nomi delle stazioni, i nominativi di appello, gli indici caratteristici e i numeri delle pagine dove si trovano i particolari relativi a queste stazioni.

(2) - La parola RADIO è stampata separatamente dopo il nome di ciascuna stazione costiera.

II. — **Stazioni adibite a servizi speciali.**

(1) - Nomenclatura delle stazioni secondo i paesi, con indice alfabetico analogo a quello del fascicolo precedente. Le stazioni menzionate in questa nomenclatura sono quelle che disimpegnano dei servizi speciali ad uso della navigazione marittima ed aerea (radiogoniometria, radio fari, segnali orari, avvisi ai naviganti, informazioni meteorologiche regolari, informazioni della stampa rivolte a tutti ecc.).

(2) - Le parole GONIO e FARO sono iscritte rispettivamente in seguito al nome delle stazioni radiogoniometriche e delle stazioni radio fari.

III. — **Stazioni di bordo.**

Nomenclatura delle stazioni ordinate alfabeticamente, senza considerazione di nazionalità e menzionante sotto forma abbreviata il nome del paese al quale appartiene ogni stazione.

IV. — **Stazioni di aeronavi.**

Nomenclatura delle stazioni ordinate alfabeticamente, senza considerazione di nazionalità, e menzionante, sotto forma abbreviata, il nome del paese al quale appartiene ogni stazione.

V. — **Stazioni di radio diffusione.**

Nomenclatura delle stazioni secondo i paesi, con indice alfabetico analogo a quello dei fascicoli primo e secondo.

§ 3 - I supplementi alla lista degli indicativi di appello e alle nomenclature rispettive, contengono le aggiunte, modificazioni e soppressioni pubblicate in ordine alfabetico. Questi supplementi sono mensili e ricapitolativi.

Nomenclatura delle stazioni fisse e terrestri.

§ 4 - (1) - Lo stato segnaletico delle stazioni fisse e terrestri deve comprendere i dati seguenti:

a) - nome della stazione;

b) - nominativo di appello;

c) - posizione geografica esatta dell'antenna emittente indicata per mezzo della suddivisione territoriale e della longitudine e latitudine in gradi, minuti e secondi, la longitudine essendo riferita al meridiano di Greenwich;

d) - tipi e frequenze (lunghezze d'onda) di emissione per i quali le regolazioni sono fatte, l'onda normale di trasmissione essendo sottolineata;

e) - potere normale di irradiamento espresso in metri ampère o in difetto, altezza dell'antenna e intensità della corrente alla base di questa;

f) - natura dei servizi effettuati;

g) - ore di servizio (tempo medio di Greenwich)

h) - quando ne sia il caso, per le stazioni terrestri, nome dell'impresa privata che stabilisce le tariffe;

i) - tassa o tasse della stazione terrestre;

j) - informazioni particolari concernenti le ore di richiamo per la trasmissione delle liste di traffico, o per la trasmissione dei radio telegrammi dei quali non deve essere accusata ricevuta, o può essere accusata ricevuta in tempo posteriore,

(2) - La tassa telegrafica interna del paese dal quale dipende la stazione terrestre, e la tassa applicata da questo paese ai telegrammi a destinazione dei paesi limitrofi, sono indicate nella nomenclatura.

Nomenclatura delle stazioni adibite a servizi speciali.

§ 5 - Oltre le indicazioni concernenti le stazioni fisse e terrestri le informazioni pubblicate devono menzionare:

A. - Per le stazioni radiogoniometriche:

a) - Se la stazione è dotata di un trasmettitore o no, e in questo ultimo caso, la stazione trasmittente coniugata;

b) - L'onda sulla quale la stazione radiogoniometrica deve essere chiamata, l'onda sulla quale le stazioni mobili devono emettere i segnali previsti per la presa dei rilievi, l'onda sulla quale la stazione radiogoniometrica (o la stazione trasmettitrice coniugata) deve trasmettere i rilievi veri ottenuti e i settori nei quali i rilievi sono normalmente esatti;

c) - Eventualmente il potere normale di irradiamento, espresso in metri ampère, della stazione trasmettitrice coniugata (o, in difetto, altezza dell'antenna e intensità della corrente alla base di questa);

B. - Per le stazioni radio fari:

a) - I segnali caratteristici della stazione;

b) - Se, oltre la sua emissione di radio faro, la stazione può trasmettere o ricevere delle comunicazioni normali;

c) - Eventualmente il nome delle stazioni con le quali bisogna mettersi in comunicazione per corrispondere con il radio faro, se questo non può trasmettere o ricevere delle comunicazioni.

d) - I settori nei quali le emissioni del radio faro danno luogo a dei rilievi normalmente esatti.

C. - Per le stazioni che trasmettono dei segnali orari:

Lo schema dei segnali impiegati e le ore di emissione.

D. - Per le stazioni che trasmettono degli avvisi ai naviganti o delle osservazioni meteorologiche regolari:

Le ore di emissioni, e, se ne è il caso, la designazione del documento o dei documenti dove si trovano i particolari concernenti queste emissioni.

Nomenclatura delle stazioni di bordo.

§ 6 - Lo stato segnaletico deve comprendere i dati seguenti:

a) - Nome della nave; seguito dal nominativo di appello in caso di omonimia;

b) - Nominativo di appello;

c) - Paese dal quale dipende la stazione (indicazione abbreviata);

d) - Tipi e frequenze (lunghezze d'onda) di emissione per le quali le regolazioni sono fatte, essendo sottolineata l'onda normale di emissione;

e) - Potere normale di irradiamento espresso in metri/ampère, o, in difetto, altezza dell'antenna e intensità della corrente alla base di questa;

f) - Natura dei servizi disimpegnati (se la stazione è munita di un radiogoniometro, bisogna indicarlo) e ore di servizio;

g) - Nome dell'amministrazione o dell'impresa privata alla quale i conti di tasse debbono essere indirizzati;

h) - Tassa di bordo.

§ 7 - In caso di omonimia tra due stazioni di bordo della stessa nazionalità, come pure nel caso in cui i conti di tasse devono essere indirizzati direttamente al proprietario della nave, si fa menzione del nome della Compagnia di navigazione o dell'armatore al quale appartiene la nave.

Nomenclatura delle stazioni d'Aeronave.

§ 8 - Lo stato segnaletico deve comprendere i dati seguenti:

a) - Indicativo di appello della stazione ed eventualmente nome dell'aeronave;

b) - nome del paese da cui dipende la stazione (indicazione abbreviata);

c) - marca e tipo dell'aeronave);

d) - tipi e frequenze (lunghezze d'onda) d'emissione per le quali le regolazioni sono fatte, essendo sottolineata l'onda normale di trasmissione;

e) - percorso abituale, o porto d'ancoraggio dell'aeronave,

f) - natura dei servizi disimpegnati e ore di servizio; se la stazione è munita di un radiogoniometro, bisogna indicarlo;

g) - nome dell'Amministrazione o dell'impresa privata con la quale devono essere scambiati i conti di tasse;

h) - quando ne sia il caso, tassa della stazione d'aeronave.

Nomenclatura delle stazioni di radio diffusione.

§ 9 - Lo stato segnaletico deve comprendere i dati seguenti:

a) - nome della stazione;

b) - quando ne sia il caso, nominativo di appello;

c) - Posizione geografica esatta dell'antenna emettitrice, indicata per mezzo della suddivisione territoriale e della longitudine e latitudine in gradi, minuti e secondi, la longitudine essendo calcolata rispetto al meridiano di Greenwich;

d) - frequenza (lunghezza d'onda) d'emissione;

e) - potere normale d'irradiamento espresso in metri ampère, o, in difetto, altezza dell'antenna e intensità della corrente alla base di questa;

f) - facoltativamente, giorni e ore di emissione; le ore sono indicate in tempo medio di Greenwich, ed i paesi che adoperano una ora estiva fanno conoscere l'ora per ciascuno dei due periodi dell'anno;

g) - nome dell'amministrazione o dell'impresa privata che effettua l'emissione.

Notazioni che indicano la natura e la estensione del servizio delle stazioni.

§ 10 - Nei documenti di servizio s'impiegano le notazioni seguenti:

PG - stazione aperta alla corrispondenza pubblica;
PR - stazione aperta corrispondenza pubblica ristretta;
N - stazione che ha un servizio permanente, di giorno e di notte;
Y - stazione aperta dalla levata al tramonto del sole;
X - stazione che non ha interruzioni determinate;
Z 1 - stazione di bordo di 2ª categoria, con otto ore di servizio;
Z 2 - stazione di bordo di 2ª categoria con 16 ore di servizio;
FA - stazione aeronautica;
FC - stazione costiera;
FS - stazione terrestre stabilita al solo scopo della sicurezza della vita umana;
FX - stazione che effettua un servizio di comunicazione fra punti fissi;
RF - stazione di radio faro fissa;
RG - stazione radiogoniometrica;
RS - stazione ricevente solamente, collegata alla rete generale delle vie di comunicazione;
RW - stazione di radio faro girante.

§ 11 - La forma generale da dare alle diverse nomenclature è indicata all'appendice 3. Le amministrazioni o imprese private devono adottare delle formule identiche per gli stati segnaletici da trasmettere all'Ufficio Internazionale.

ART. 14.

Nominativi di chiamata.

§ 1 - Le stazioni fisse, terrestri e mobili contemplate al paragrafo 1 dell'art. 2 della Convenzione, e le stazioni sperimentali private devono possedere un nominativo di chiamata della serie internazionale attribuita a ciascun paese nella tabella di ripartizione seguente. In questa tabella la prima lettera o le prime lettere previste per i nominativi di appello distinguono la nazionalità delle stazioni.

Tabella di ripartizione dei nominativi di chiamata.

§ 2 - I nominativi di appello sono formati da:

a) - Tre lettere nel caso delle stazioni fisse e delle stazioni terrestri;

b) - quattro lettere nel caso di stazioni di bordo;

c) - cinque lettere nel caso di stazioni di aeronave;

d) - la lettera o le lettere indicanti la nazionalità e da una sola cifra seguita da un gruppo di tre lettere al più per le stazioni sperimentali private.

§ 3 - Nel servizio radioaereo, dopo che la comunicazione è stata stabilita per mezzo del nominativo di appello di cinque lettere, la stazione d'aeronave può impiegare un nominativo di appello abbreviato costituito:

a) - in radiotelegrafia dalla prima e ultima lettera del nominativo completo di cinque lettere;

b) - in radiotelefonia da tutto o in parte il nome del proprietario dell'aeronave (compagnia o privato) seguito dalle due ultime lettere della sigla d'immatricolazione.

§ 4 (1) - Le 26 lettere dell'alfabeto possono essere impiegate per formare i nominativi di appello; le lettere accentate sono escluse.

(2) - Tuttavia, le combinazioni seguenti di lettere non possono essere impiegate come nominativi di appello:

a) - Combinazioni comincianti con *A* o *B*, queste due lettere essendo riservate per la parte geografica del Codice internazionale dei segnali;

b) - combinazioni che potrebbero essere confuse con i segnali di soccorso o con altri segnali della stessa natura;

c) - combinazioni riservate per le abbreviazioni da impiegare nelle trasmissioni radioelettriche;

d) - per quel che riguarda le stazioni di aeronave, combinazioni che portino la lettera *W* come seconda lettera.

Tabella di ripartizione degli indicativi di appello.

PAESE	INDICATIVI
Cile	CAA - CEZ
Canadà	CFA - CKZ
Cuba	CLA - CMZ
Marocco	CNA - CNZ
Bolivia	CPA - CPZ
Colonie Portoghesi	CRA - CRZ
Portogallo	CSA - CUZ
Rumenia	CVA - CVZ
Uruguay	CWA - CXZ
Monaco	CZA - CZZ
Germania	D
Spagna	EAA - EHZ
Stato libero d'Irlanda	EIA - EIZ
Repubblica di Liberia	ELA - ELZ
Estonia	ESA - ESZ
Etiopia	ETA - ETZ
Francia, colonie e protettorati	F
Gran Bretagna	G
Ungheria	HAA - HAZ
Svizzera	HBA - HBZ
Equatore	HCA - HCZ
Repubblica d'Haiti	HHA - HHZ
» di S. Domingo	HIA - HIZ
» di Colombia	HJA - HKZ
» di Honduras	HRA - HRZ
Siam	HSA - HSZ
Italia e colonie	I
Giappone	J

Tabella di ripartizione degli indicativi di appello.

PAESE	INDICATIVI
Stati Uniti d'America	K
Norvegia	LAA - LNZ
Repubblica Argentina	LOA - LVZ
Bulgaria	LZA - LZZ
Gran Bretagna	M
Stati Uniti d'America	N
Perù	OAA - OBZ
Finlandia	OHA - OHZ
Cecoslovacchia	OKA - OKZ
Belgio e colonie	ONA - OTZ
Danimarca	OUA - OZZ
Olanda	PAA - PIZ
Curaçao	PJA - PJZ
Indie Olandesi	PKA - POZ
Brasile	PPA - PYZ
Surinam	PZA - PZZ
(Abbreviazioni)	Q
URSS	RAA - RQZ
Persia	RVA - RVZ
Repubblica di Panama	RXA - RXZ
Lituania	RYA - RYZ
Svezia	SAA - SMZ
Polonia	SPA - SRZ
Egitto	SUA - SUZ
Grecia	SVA - SZZ
Turchia	TAA - TCZ
Islanda	TFA - TFZ
Guatemala	TGA - TGZ

Tabella di ripartizione degli indicativi di appello.

PAESE	INDICATIVI
Costa Rica	TIA - TIZ
Territorio della Sarre	TSA - TSZ
Hegiaz	UHA - UHZ
Indie Olandesi	UIA - UKZ
Lussemburgo	ULA - ULZ
Regno dei Serbi Croati, Sloveni	UNA - UNZ
Austria	UOA - UOZ
Canadà	VAA - VGZ
Federazione Australiana	VHA - VMZ
Terranova	VOA - VOZ
Colonie e Protettorati Britannici	VPA - VSZ
Indie Britanniche	VTA - VWZ
Stati Uniti d' America	W
Messico	XAA - XFZ
Cina	XGA - XUZ
Afghanistan	YAA - YAZ
Nuove Ebridi	YHA - YHZ
Irak	YIA - YIZ
Lettonia	YLA - YLZ
Città libera di Danzica	YMA - YMZ
Nicaragua	YNA - YNZ
Repubblica di S. Salvador	YSA - YSZ
Venezuela	YVA - YVZ
Albania	ZAA - ZAZ
Nuova Zelanda	ZKA - ZMZ
Paraguay	ZPA - ZPZ
Unione dell' Africa del sud	ZSA - ZUZ

§ 5 (1) Ogni paese sceglie i nominativi di appello delle sue stazioni nella serie internazionale che gli è concessa e notifica all'Ufficio Internazionale il nominativo di appello attribuito a ciascuna di esse.

(2) - L'Ufficio Internazionale veglia affinchè uno stesso nominativo di appello non sia attribuito a più di una stazione, e affinchè i nominativi di appello che potrebbero essere confusi con i segnali di soccorso, o con altri segnali della stessa natura, non siano attribuiti a nessuna stazione.

ART. 15.

Ispezione delle stazioni.

§ 1 - Le stazioni mobili che hanno il loro porto d'ancoraggio in una colonia, in un possedimento o in un protettorato possono essere considerate come dipendenti dalla autorità di questa colonia, di questo possedimento o di questo protettorato per ciò che riguarda la concessione delle licenze.

§ 2 - Le amministrazioni competenti dei paesi dove una stazione mobile fa scalo, possono esigere la esibizione della licenza; questa deve essere conservata in modo da poter essere mostrata senza ritardo. Quando la licenza non viene esibita, o vengono constatate delle anomalie manifeste, queste amministrazioni possono procedere alla ispezione delle istallazioni radioelettriche, al fine di assicurarsi che esse rispondano alle condizioni imposte dal presente Regolamento.

§ 3 - (1) - Quando un'Amministrazione sia obbligata a ricorrere alla misura prevista al § 2 precedente. essa ne informa immediatamente l'Amministrazione da cui dipende la stazione mobile in questione. Inoltre si procede, se ne è il caso, come prescrive l'art. 12.

(2) - Il Delegato dell'Amministrazione che ha ispezionata la stazione, deve, prima di lasciare la stazione stessa, comunicare le sue constatazioni al Comandante, o alla persona responsabile (Art. 8) o a chi li sostituisce.

§ 4 - In ciò che riguarda le condizioni tecniche e d'esercizio alle quali devono soddisfare, per il servizio radioelettrico internazionale, le stazioni mobili titolari di una licenza, i Governi contraenti si impegnano a non imporre alle stazioni mobili straniere che si trovano temporaneamente nelle loro acque territoriali, o si arrestano temporaneamente sul loro territorio, delle condizioni più rigorose di quelle previste dal presente Regolamento. Queste prescrizioni non influiscono per nulla sulle disposizioni che, riguardando la Convenzione sulla sicurezza della vita umana in mare, non sono determinate nel presente Regolamento.

ART. 16.

Condizioni alle quali devono adempire le stazioni mobili.

§ 1 (1) - Le stazioni mobili devono essere stabilite in maniera da conformarsi, per quel che riguarda le frequenze ed i tipi di onda, alle disposizioni generali che formano oggetto dell'Art. 5. Secondo queste disposizioni l'impiego, per le stazioni

mobili, delle onde smorzate, (tipo *B*) di una frequenza inferiore a 375 Kc/sec. (lunghezza d'onda superiore a 800 metri) sarà vietato a partire dal 1° Gennaio 1930.

(2) - Inoltre, nessuna nuova istallazione di emettitori di onda del tipo *B* potrà essere fatta nelle stazioni mobili a partire dal 1° Gennaio 1930, salvo quando questi emettitori, lavorando a piena potenza, consumeranno meno di 300 watt misurati all'entrata del trasformatore di alimentazione a frequenza audibile.

(3) - Infine, l'impiego delle onde del tipo *B* di tutte le frequenze sarà vietato a partire dal 1° Gennaio 1940, salvo per gli emettitori che adempiono alle condizioni di potenza sopra enunciate.

§ 2 - (1) - Ogni stazione istallata a bordo di una nave o di un'aeronave che compia un percorso marittimo, nave o aeronave obbligatoriamente provveduta di apparecchi radioelettrici in seguito ad un accordo internazionale, deve potere emettere e ricevere sull'onda di 500 Kc/sec. (600 metri) tipi A 2 o B. Le stazioni di bordo devono, inoltre, potere utilizzare l'onda di 375 Kc/sec. (800 m.) tipo A 2 (o B, sotto riserva delle disposizioni del precedente paragrafo 1).

(2) - Le stazioni di aeronave devono potere emettere e ricevere l'onda di 333 Kc/sec. (900 m.) tipi A 2 o A 3 (o B sotto riserva delle disposizioni del precedente § 1)

§ 3 - (1) - Oltre le onde fisse sopra contemplate, le stazioni mobili attrezzate per emettere delle onde dei tipi A 1, A 2 o A 3 possono impiegare tutte le onde autorizzate all'Art. 5.

(2 - L'impiego delle onde del tipo *B* non è autorizzato che per le frequenze (lunghezze d'onda) seguenti:

Kc/sec.	Metri	Kc/sec.	Metri
375	800	500	600
410	735	665	450
425	705	1000	300
454	600	1364	220

(3) - L'uso dell'onda del tipo *B* di 665 Kc/sec. (450 m) è vietato d'ora in poi nelle regioni dove questa onda può disturbare le radiodiffusioni.

(4) - L'impiego dell'onda del tipo *B* di 1000 Kc/sec. (300 m.) per il traffico è vietato, d'ora in poi, tra le ore 18.00 e 0.00 ora locale e sarà completamente vietato, a tutte le ore, a partire dal 1° Gennaio 1930. Tuttavia, questa medesima onda del tipo *B* di 1000 Kc/sec. (300 m) potrà continuare indefinitamente e senza restrizioni orarie a essere utilizzata dalle stazioni a bordo dei battelli da pesca, per i rilievi radiogoniometrici fra di loro, a condizione che non disturbi la radiodiffusione.

§ 4 - Tutti gli apparecchi di stazioni mobili stabiliti per la trasmissione di onde del tipo A 1, tra 125 e 150 Kc/sec. (2400 - 2000 metri) devono permettere l'impiego di 3 frequenze al minimo, scelte entro questa gamma, e il passaggio rapido dell'una all'altra di queste frequenze.

§ 5 - (1) - Tutte le stazioni a bordo delle navi obbligatoriamente provviste di apparecchi radioelettrici, devono essere in grado di ricevere l'onda di 500 Kc/sec. (600 metri) e inoltre tutte le onde necessarie al compimento del servizio che esse effettuano.

(2) - A partire dal 1° Gennaio 1932 esse dovranno essere in grado di ricevere facilmente ed efficacemente, sulle stesse frequenze le onde dei tipi A 1 e A 2.

§ 6 - Gli apparecchi di emissione utilizzati nel servizio mobile devono essere provvisti di dispositivi che permettono di ridurne la potenza. Questa disposizione non si applica agli emettitori la cui potenza di alimentazione non supera i 300 watt.

§ 7 - Gli apparecchi riceventi devono essere tali che la corrente che essi inducono nella antenna sia il più possibile ridotta e non disturbi le stazioni nelle vicinanze.

§ 8 - I cambiamenti di frequenza negli apparecchi emittenti e riceventi di ogni stazione mobile, devono potere essere effettuati nel modo più rapido possibile. Tutte le installazioni devono essere tali che, essendo stabilita la comunicazione, il tempo necessario per il passaggio dalla trasmissione alla ricezione, e viceversa, sia il più breve possibile.

ART. 17.

Onde di chiamata e di ascolto.

§ 1 (1) - Nella gamma compresa tra 360 e 515 Kc sec. (830 - 580 metri) le sole onde ammesse nel tipo *B* sono le seguenti: 375, 410, 425, 454, e 500 Kc sec. (800, 730, 705, 660 e 600 metri).

(2) - L'onda generale di chiamata che deve essere impiegata da ogni stazione mobile portata da una nave obbligatoriamente attrezzata, e dalle stazioni costiere, è l'onda di 500 Kc/sec. (600 metri) (A 1, A 2 o B).

(3) - All'infuori dell'onda di 500 Kc/sec. (600 metri) l'uso delle onde di tutti i tipi comprese tra 485 e 515 Kc sec. (620 - 580 m.) è vietata.

(4) - L'onda di 500 Kc sec. (600 metri) è l'onda internazionale di chiamata e di sinistro. Essa può essere utilizzata, ma con discrezione, per degli altri scopi, se essa non turba i segnali di soccorso, d'urgenza, di sicurezza o di chiamata.

(5) - Le stazioni costiere devono essere in grado di fare uso almeno di un'onda oltre quella di 500 Kc sec. (600 metri). Questa onda addizionale è sottolineata nella nomenclatura per indicare che essa è l'onda normale di lavoro della stazione. Le onde addizionali così scelte possono essere le stesse delle stazioni di bordo, o possono essere differenti. In ogni caso le onde di lavoro delle stazioni costiere devono essere scelte in modo da evitare i disturbi con le stazioni vicine.

(6) - Oltre le onde normali di lavoro, sottolineate nella nomenclatura, le stazioni costiere di bordo possono impiegare, nella gamma autorizzata, le onde supplementari che esse giudichino convenienti. Queste sono menzionate nella nomenclatura senza essere sottolineate.

§ 2 - (1) - Allo scopo di aumentare la sicurezza della vita umana in mare (navi) e sopra il mare (aeronavi) tutte le stazioni del servizio mobile ***marittimo*** devono, durante le interruzioni del loro servizio, prendere le misure utili per assicurare l'ascolto sull'onda di sinistro (500 Kc sec. - 600 metri) due volte all'ora, durante tre minuti, a cominciare dal 15° minuto e dal 45° minuto di ogni ora, tempo medio di Greenwich.

(2) Le stazioni che disimpegnano un servizio di corrispondenza radiotelegrafica, di stampa ecc, con le navi in mare, devono osservare il silenzio durante gli intervalli indicati qui sopra. Solo le emissioni contemplate all'Art. 19; §§ 25 a 27 possono essere effettuate durante questi intervalli.

(3) - Tuttavia, e a titolo eccezionale, le stazioni terrestri e di bordo attrezzate per corrispondere per mezzo di onde persistenti possono continuare il lavoro durante questi intervalli, se esse sono in grado di mantenere nello stesso tempo un ascoltazione soddisfacente sull'onda di sinistro, come è previsto all'alinea (1) del presente paragrafo.

§ 3 - Le regole seguenti si applicano all'esercizio delle stazioni del servizio mobile che impiegano onde del tipo A 1 della gamma da 100 a 160 Kc sec. (3000-1875 metri) la quale è attribuita al servizio mobile:

a) - Ogni stazione costiera che assicura una comunicazione con onda lunga persistente deve stare in ascolto sull'onda di 143 Kc sec. (2100 metri) a meno che non sia indicato altrimenti nella nomenclatura. La stazione costiera trasmette tutto il suo traffico sull'onda o sulle onde che le sono specialmente attribuite.

b) - Quando una stazione mobile desidera stabilire la comunicazione su una onda lunga persistente con un'altra stazione del servizio mobile, essa deve impiegare l'onda di 143 Kc sec. (2100 metri) a meno che non sia indicato altrimenti nella nomenclatura. Quest'onda designata come onda di comunicazione generale, deve essere impiegata: 1° per la produzione della chiamata e delle risposte alle chiamate; 2° per la trasmissione dei segnali preliminari alla trasmissione del traffico.

c) - Una stazione mobile, dopo aver stabilito la comunicazione con un'altra stazione del servizio mobile, sull'onda di comunicazione generale, può trasmettere i suoi messaggi su un'onda qualunque della gamma autorizzata, a condizione di non turbare il lavoro di una stazione costiera o un lavoro in corso sull'onda di chiamata.

d) - Come regola generale, ogni stazione mobile attrezzata per il servizio su onde lunghe persistenti, e che non è impegnata in una comunicazione su un'altra onda deve, allo scopo di permettere lo scambio del traffico con altre stazioni del servizio mobile, ritornare sull'onda di 143 Kc/sec. (2100 metri) durante i 10 minuti, dal principio del 35° minuto al principio del 45° minuto di ogni ora, tempo medio di Greenwich, durante le ore previste, secondo la categoria alla quale appartiene la stazione considerata.

e) - (1) - Le stazioni costiere trasmettono le loro liste di traffico a ore determinate pubblicate nella nomenclatura, sull'onda o sulle onde che sono loro attribuite.

(2) - All'infuori delle ore così fissate per questa trasmissione delle loro liste di traffico, le stazioni costiere possono chiamare individualmente le stazioni mobili

ad ogni altra ora, secondo le circostanze o il lavoro che esse devono compiere Queste chiamate individuali, possono essere emesse sull'onda di 143 Kc sec. (2100 metri) nelle regioni dove non vi è congestione di traffico.

f) - Le disposizioni particolari relative al servizio disimpegnato dalle stazioni terrestri attrezzate per onde lunghe persistenti, sono precisate nella nomenclatura con una nota speciale.

ART. 18.

Istallazioni di soccorso.

§ 1 - La Convenzione sulla sicurezza della vita umana in mare determina quali sono le navi che devono essere provviste di una istallazione di soccorso, e definisce le condizioni da adempiere nelle istallazioni di questa categoria.

§ 2 - Per l'utilizzazione delle istallazioni di soccorso devono essere osservate tutte le prescrizioni del presente Regolamento.

ART. 19.

Segnali di soccorso, d'allarme, di urgenza e di sicurezza.

Segnale di soccorso.

§ 1 - Il segnale di soccorso consiste nel gruppo ···———··· col quale si annuncia che la nave, o l'aeronave o il qualsiasi altro veicolo che porta la stazione che l'invia è minacciato da un pericolo grave e imminente e domanda un'assistenza immediata.

Chiamata di soccorso.

§ 2 - (1) - La chiamata di soccorso comprende il segnale di soccorso trasmesso tre volte, seguito dalla parola DE e dal nominativo di appello della stazione mobile in pericolo, trasmesso tre volte. Questa chiamata ha la priorità assoluta su tutte le altre trasmissioni. Tutte le stazoini mobili o terrestri che la sentono devono cessare immediatamente ogni trasmissione suscettibile di turbare le chiamate o i messaggi di soccorso, e ascoltare su l'onda di emissione della chiamata di soccorso. Questa chiamata non deve essere diretta a una stazione determinata.

(2) - Le stesse regole si applicano alla chiamata di soccorso radiotelefonica, che consiste nell'espressione parlata MAYDAY (corrispondente alla pronuncia francese dell'espressione « M'aider »).

Messaggi di soccorso.

§ 3 - Il messaggio di soccorso comprende la chiamata di soccorso, seguita dal nome della nave, dell'aeronave o del veicolo in pericolo, e dalle indicazioni relative alla posizione di questo, alla natura del pericolo e alla natura del soccorso domandato.

§ 4 - Come regola generale, e quando si tratta di una nave o di un'aeronave al disopra del mare, o sul mare, la posizione deve essere indicata con la latitudine e longitudine (Greenwich) impiegando delle cifre per i gradi ed i minuti, accompagnate da una delle parole NORTH o SOUTH e da una delle parole EAST o WEST. Un punto separa i gradi dai minuti. Eventualmente, la vera posizione e la distanza in miglia marine rispetto ad un punto geografico conosciuto, possono essere date.

§ 5 - La chiamata ed il messaggio di soccorso non sono emesse che con l'autorizzazione del comandante o della persona responsabile della nave, dell'aeronave o dell'altro veicolo qualsiasi che porta la stazione mobile.

§ 6 - Una stazione a bordo di una nave in pericolo deve trasmettere la chiamata di soccorso su l'onda di 500 Kc sec. (600 metri) di preferenza del tipo A 2 o B. Questa chiamata deve essere seguita, il più presto possibile dal messaggio di soccorso.

§ 7 - La chiamata di soccorso e il messaggio di soccorso devono essere ripetuti ad intervalli, fino a che si riceva una risposta, e specialmente durante i periodi di silenzio previsti all'Art. 17 § 2. Gli intervalli devono, tuttavia, essere sufficientemente lunghi, perchè le stazioni che si preparano a rispondere alla chiamata abbiano il tempo di mettere in marcia i loro apparecchi trasmittenti. Nel caso che la stazione di bordo in pericolo non riceva risposta ad una chiamata di soccorso o a un messaggio di soccorso, trasmesso sull'onda di 500 Kc sec. (600 m.) la chiamata ed il messaggio possono essere ripetuti su qualunque altra onda disponibile, con l'aiuto della quale potrebbe essere attirata l'attenzione.

§ 8 - Inoltre, una stazione mobile che constata che un'altra stazione mobile è in pericolo può trasmettere il messaggio di soccorso a condizione che:

a) - La stazione in pericolo non sia in grado di trasmetterlo essa stessa:

b) - Il comandante (o chi lo sostituisce) della nave, aeronave o altro veicolo che porti la stazione che interviene, giudichi che altri soccorsi sono necessari.

§ 9 - (1) - Le stazioni che ricevono un messaggio di soccorso da una stazione mobile che si trovi, senza dubbio possibile, nelle loro vicinanze, devono accusarne ricevuta immediatamente (vedere i paragrafi 15 e 16 seguenti) avendo cura di non disturbare la trasmissione con l quale altre stazioni accusino ricezione dello stesso messaggio.

(2) - Le stazioni che ricevono il messaggio di soccorso da una stazione mobile che, senza dubbio possibile, non è nelle loro vicinanze, devono lasciare passare un breve periodo di tempo prima di accusarne ricevuta, a fine di permettere, alle stazioni più vicine alla stazione mobile in pericolo, di rispondere e di accusare ricevuta senza disturbi.

Traffico di soccorso.

§ 10 - Il traffico di soccorso comprende tutti i messaggi relativi al soccorso immediato necessario alla stazione mobile in pericolo.

§ 11 - Ogni traffico di soccorso deve comprendere il segnale di soccorso trasmesso prima dell'ora di emissione del messaggio.

§ 12 - La direzione del traffico di soccorso spetta alla stazione mobile in pericolo o alla stazione mobile che, in applicazione delle disposizioni del § 8, lettera *a)* ha inviata la chiamata di soccorso. Queste stazioni possono cedere la direzione del traffico di soccorso ad un'altra stazione.

§ 13 - Tutte le stazioni che sono nella zona delle comunicazioni di soccorso, ma che non prendono parte a queste comunicazioni, devono astenersi dall'utilizzare l'onda di soccorso, fino a che il traffico di soccorso sia terminato. Non appena questo traffico sia stabilito sull'onda di soccorso, le stazioni mobili che non vi partecipano possono continuare il loro servizio normale sulle altre onde autorizzate del tipo A 1 se così operando nulla impedisce loro di ben ricevere il traffico di soccorso.

§ 14 - (1) - Quando il traffico di soccorso è terminato, e non è più necessario conservare il silenzio, la stazione che ha avuto la direzione di questo lavoro trasmette sull'onda di soccorso, un messaggio indirizzato CQ indicante che il traffico di soccorso è terminato. Questo messaggio è della forma seguente:

Nominativo di appello CQ (tre volte), DE, nominativo di appello della stazione che trasmette il messaggio, segnale di soccorso, ora di emissione del messaggio, nome e nominativo di appello della stazione mobile che era in pericolo, parole « traffico soccorso terminato ».

(2) - Questo messaggio è ripetuto, se occorre, sulle altre onde sulle quali il traffico di soccorso ha avuto luogo.

Accusa di ricevuta di un messaggio di soccorso.

Ripetizione di una chiamata o di un messaggio di soccorso.

§ 15 - Si accusa ricevuta di un messaggio di soccorso nella forma seguente:

Nominativo di appello della stazione mobile in pericolo, (tre volte) parola DE, nominativo di appello della stazione che accusa ricevuta (tre volte) gruppo RRR, segnale di soccorso.

§ 16 - Ogni stazione mobile che accusa ricevuta di un messaggio di soccorso deve far conoscere al più presto possibile, il suo nome e la sua posizione (sotto la forma indicata al § 4) prendendo cura di non disturbare altre stazioni meglio situate per portare il soccorso immediato alla stazione in pericolo.

§ 17 - Se una stazione mobile che impiega delle onde persistenti, non comprese nella gamma da 485 a 515 Kc sec. (620 - 580 metri) sente un messaggio di soccorso emesso sull'onda di 500 Kc sec. (600 m.) all'infuori dei periodi di silenzio imposti sull'onda di 500 Kc ec. (600 m.) e se la nave, aeronave o altro veicolo portante queste stazioni non è in grado di fornire soccorso, la detta stazione deve prendere tutte le disposizioni possibili per attirare l'attenzione di altre stazioni mobili nelle vicinanze che lavorano su onde non comprese nella gamma sopraindicata.

§ 18 - Ripetizioni delle chiamata di soccorso o del messaggio di soccorso da

parte di stazioni mobili diverse dalla stazione in pericolo, non sono permesse che dietro autorizzazione del comandante delle dette stazioni (o di chi lo sostituisce) sempre avendo cura di non produrre disturbi con delle ripetizioni inutili.

§ 19 - Una stazione che ripete un messaggio di soccorso o una chiamata di soccorso vi aggiunge, alla fine, la parola DE seguita dal proprio nominativo di appello trasmesso tre volte.

§ 20 - Nel caso in cui una stazione riceva una chiamata di soccorso od un messaggio di soccorso, ma non è in grado di fornire soccorso, ed ha ragione di credere che non è stata accusata ricevuta del messaggio di soccorso, essa deve ripetere questo messaggio a piena potenza, sull'onda di soccorso, e prendere tutte le disposizioni necessarie per avvisare le autorità che possono intervenire utilmente.

Segnale d'allarme automatico.

§ 21 - La composizione del segnale d'allarme automatico deve rispondere alle seguenti condizioni:

a) - Questo segnale deve poter essere emesso a mano o con un apparecchio automatico, senza difficoltà, con una precisione, quanto alla misura del tempo, che non deve essere più grande di quella di un orologio che indichi i secondi.

b) - La sua composizione deve essere nettamente distinta e facilmente riconosciuta da una persona che ignori il Codice Morse; ed essa deve prestarsi alla creazione facile ed economica di un ricevitore automatico che:

1°) - Risponda al segnale di allarme anche quando numerosi posti lavorino, e anche quando vi sia turbamento atmosferico;

2°) - non sia messo in azione da segnali potenti o da scariche atmosferiche, quando questi non siano accompagnati dal segnale di allarme;

3°) - Possieda una sensibilità uguale a quella di un ricevitore con detector a cristallo collegato alla stessa antenna;

4°) - Avverta quando il suo funzionamento cessa di essere normale;

c) - La detta composizione deve essere differente dal segnale impiegato per la regolazioni e il funzionamento del variometro;

d) - Prima che un ricevitore automatico d'allarme sia approvato per l'uso delle navi che si trovano alle dipendenze di una Amministrazione, questa deve acquistare la convinzione per mezzo di esperienze pratiche fatte in condizioni di turbamento convenienti, che l'apparecchio soddisfi alle prescrizioni di questo regolamento.

e) - Viene riconosciuto a partire da oggi il segnale d'allarme seguente:

Una serie di 12 tratti trasmessi in un minuto, la durata di ogni tratto essendo di 4 secondi, e la durata dell'intervallo fra due tratti di 1 secondo.

f) - Questo segnale speciale deve avere per solo fine di far funzionare gli apparecchi utilizzati per dare l'allarme. Esso deve essere unicamente impiegato per annunciare che il segnale di soccorso stà per seguire.

g) - L'adozione del tipo di segnale di allarme non impedisce ad una amministrazione di autorizzare l'impiego di un apparecchio automatico che risponda alle condizioni sopra fissate, e che sia azionato del segnale regolamentare di soccorso (· · · — — — · · ·).

Segnale di urgenza.

§ 22 - (1) Il segnale di urgenza consiste in parecchie ripetizioni del gruppo XXX trasmesso separando bene le lettere di ciascun gruppo ed i gruppi successivi; esso viene emesso prima di una chiamata. Questo segnale indica che la stazione che chiama ha un messaggio molto urgente da trasmettere, concernente la sicurezza della nave, dell'aeronave o del veicolo che la porta, ad una nave, aeronave o altro veicolo in vista, o ancora la sicurezza di una persona qualunque che si trovi a bordo o in vista della nave. Nel servizio radioaereo l'espressione PAN viene utilizzata come segnale di urgenza, in radiotelefonia e in radiotelegrafia, quando una stazione d'aeronave vuole segnalare un'avaria che obbliga l'aeronave ad atterrare senza richiedere, un soccorso immediato. Nel caso della radiotelegrafia, le tre lettere devono essere ben separate, affinchè i segnali AN non si trasformino nel segnale *P*.

(2) - Il segnale di urgenza ha la priorità su tutte le altre comunicazioni, salvo quelle di soccorso e tutte le stazioni mobili o terrestri che lo sentono devono aver cura di non disturbare la trasmissione del traffico di urgenza.

(3) - Come regola generale, il segnale di urgenza non può essere impiegato, che se la stazione mobile che lo emette si rivolge ad una stazione determinata.

§ 23 - (1) - Le stazioni mobili che sentono il segnale di urgenza devono restare in ascolto tre minuti almeno. Passato questo spazio di tempo, e se nessun messaggio di urgenza è stato inteso, esse possono riprendere il loro servizio normale.

(2) - Tuttavia, le stazioni terrestri e di bordo che sono in comunicazione su onde autorizzate diverse da quella utilizzata per la trasmissione del segnale di urgenza e della chiamata che lo segue, possono continuare senza interruzione il loro traffico normale.

§ 24 - Il segnale di urgenza non può essere trasmesso che con la autorizzazione del comandante o della persona responsabile della nave, dell'aeronave o di ogni altro veicolo che porti la stazione mobile.

Segnale di sicurezza.

§ 25 - Il segnale di sicurezza consiste nella trasmissione del gruppo TTT in lettere ben separate, seguito dalla parola DE e dal nominativo di appello della stazione che lo emette. Esso annuncia che questa stazione stà per trasmettere un messaggio concernente la sicurezza della navigazione o che dà delle informazioni importanti relative ai messaggi di avvertimenti meteorologici.

§ 26 - Il segnale di sicurezza e il messaggio di sicurezza vengono trasmessi

su l'onda di 500 Kc sec. (600 metri) e, secondo il caso, su l'onda normale di ascolto delle stazioni di bordo e d'aeronave.

§ 27 - Il segnale di sicurezza viene trasmesso, una sola volta, durante il primo periodo di silenzio che si presenta (art. 17 § 2) e precisamente verso la fine di questo periodo. Tutte le stazioni che lo raccolgono devono restare in ascolto su l'onda normale di chiamata (stazioni di bordo) o sull'onda autorizzata (stazioni d'aeronave) fino a che il messaggio annunciato col segnale di sicurezza sia finito. La trasmissione di questo messaggio comincia immediatamente dopo la fine del periodo di silenzio.

ART. 20.

Sospensioni di servizio nelle stazioni del servizio mobile.

Stazioni terrestri.

§ 1 - (1) - Il servizio delle stazioni terrestri è, per quanto è possibile, permanente (di giorno e di notte). Tuttavia, alcune stazioni terrestri possono avere un servizio di durata limitata. Ogni Amministrazione o impresa privata autorizzata, alla quale ne viene riconosciuto il diritto dalle leggi del suo paese, fissa le ore di servizio delle stazioni terrestri poste sotto la sua autorità.

(2) - Le stazioni terrestri il cui servizio non è permanente non possono chiudere il servizio prima di avere:

1°) - Terminate tutte le operazioni motivate da una chiamata di soccorso;

2°) - Scambiati tutti i radiotelegrammi originali, o a destinazione delle stazioni mobili che si trovano nel loro raggio di azione ed hanno segnalato la loro presenza prima della cessazione effettiva del lavoro.

(3) - Il servizio delle stazioni aeronautiche è continuo durante tutta la durata del volo nel settore (o nei settori) del percorso (o dei percorsi) sul quale (sui quali) la stazione considerata assicura il servizio delle comunicazioni radioelettriche.

Stazioni di bordo.

§ 2 - (1) - Dal punto di vista del servizio internazionale della corrispondenza pubblica, le stazioni di bordo sono classificate in tre categorie:

1ª Categoria. - Stazioni che hanno un servizio permanente.

2ª » - Stazioni che hanno un servizio determinato, di durata limitata.

3ª » - Stazioni per le quali la durata del servizio è inferiore a quella prevista per le stazioni classificate nella 2ª categoria e stazioni che hanno una durata di servizio non determinata.

(2) - Le disposizioni del § 1 alinea (2) del presente articolo, si applicano alle stazioni di bordo, strettamente in ciò che concerne il servizio di soccorso, e per

quanto è possibile in conformità con lo spirito di ciò che è detto in 2°) dell'alinea anzidetta.

(3) - Spetta a ciascuno dei Governi contraenti assicurare l'efficacia del servizio nelle stazioni di bordo della sua nazionalità, esigendo la presenza, in queste stazioni, del numero di operatori necessario, tenuto conto della sua legislazione in questa materia.

(4) - Durante la loro navigazione le stazioni di bordo classificate nella 2ª categoria devono assicurare il servizio come segue:

a) - Nel caso di corte traversate, durante le ore fissate dall'amministrazione da cui esse dipendono;

b) - negli altri casi, almeno durante il periodo che loro è attribuito nell'appendice 5. È fatta menzione di questa durata nella licenza.

Stazioni di aeronave.

§ 3 - Le stazioni d'aeronave sono classificate in due categorie:

1ª - categoria - stazioni che assicurano il servizio durante tutta la durata del volo.

2ª - » - stazioni in cui le sospensioni del servizio non sono determinate.

§ 4 - Per ciò che riguarda il servizio internazionale della corrispondenza pubblica delle stazioni mobili, il personale di queste stazioni dovrà comprendere almeno:

a) - Per le stazioni mobili della 1ª categoria: un operatore che possieda un certificato di 1ª classe;

b) - Per le stazioni mobili della 2ª categoria un operatore che possieda un certificato di 1ª o di 2ª classe;

c) - Per le stazioni mobili della 3ª categoria: un operatore che abbia subito con successo gli esami per il conseguimento del certificato di 2ª classe.

ART. 21.

Informazioni che devono figurare nella licenza.

Il Governo che concede la licenza ad una stazione di bordo o d'aeronave, vi menziona la categoria nella quale questa stazione è classificata. Quando si tratta di una stazione di bordo classificata nella seconda categoria, la licenza porta anche menzione della durata del servizio assegnato alla stazione, conformemente alle indicazioni dell'appendice 5.

ART. 22.

Indirizzo dei radiotelegrammi.

§ 1 - (1) - L'indirizzo dei radiotelegrammi a destinazione delle stazioni mobili, deve essere il più completo possibile; esso è obbligatoriamente compilato come segue:

a) - Nome o designazione del destinatario, con indicazione complementare, se c'è;

b) - Nome della nave o, in caso di un'aeronave, il nominativo di appello come essi figurano nella prima colonna della nomenclatura;

c) - Nome della stazione terrestre incaricata della trasmissione, come essa figura nella nomenclatura.

(2) - Tuttavia, il nome o il nominativo di appello previsti al § 1 (1) *b*) possono essere sostituiti, a rischio e pericolo del mittente, dall'indicazione del percorso seguito dalla stazione mobile, questo percorso essendo determinato per mezzo del nome dei porti di partenza e di arrivo o con qualsiasi altra menzione equivalente.

(3) - In caso di rispedizione, sulle vie di comunicazione della rete generale, di un radiotelegramma ricevuto da una stazione mobile, la stazione terrestre trasmette al principio il nome della stazione mobile da cui emana il radiotelegramma, nel modo in cui questo nome figura nella nomenclatura, seguito dal nome della detta stazione terrestre.

§ 2 - (1) - Le stazioni mobili autorizzate a non essere provvedute della nomenclatura ufficiale degli uffici telegrafici, possono far seguire il nome dell'ufficio telegrafico di destinazione dal nome della suddivisione territoriale e, eventualmente, dal nome del paese di destinazione, se esse dubitano che senza questa aggiunta il recapito possa avvenire senza esitazione.

(2) - Il nome dell'ufficio telegrafico e le indicazioni complementari non sono, in questo caso, contati e tassati che per una sola parola. L'agente della stazione terrestre che riceve il radiotelegramma mantiene o sopprime questa indicazione, o ancora modifica il nome dell'ufficio di destinazione, secondo che è necessario o sufficiente per dirigere il radiotelegramma alla sua vera destinazione.

ART. 23.

Ordine di priorità nello stabilire le comunicazioni del servizio mobile.

L'ordine di priorità nello stabilire le comunicazioni del servizio mobile è il seguente:

1°) - Chiamate di soccorso, messaggi di soccorso, e traffico di soccorso;

2°) - comunicazioni precedute da un segnale d'urgenza;

3°) - comunicazioni precedute dal segnale di sicurezza;

4°) - comunicazioni relative ai rilievi radiogoniometrici;

5°) - tutte le altre comunicazioni.

ART. 24.

Chiamate.

§ 1 - (1) - Come regola generale, spetta alla stazione mobile stabilire la comunicazione con la stazione terrestre; essa non può chiamare la stazione terrestre, a questo scopo, che dopo essere arrivata nel raggio di azione di questa.

(2) - Come principio, una stazione terrestre che ha del traffico per una stazione mobile che non le ha segnalato la sua presenza, deve chiamare questa stazione soltanto quando abbia ragione di supporre che la detta stazione mobile è alla sua portata e stà in ascolto.

§ 2 - (1) - Tuttavia le stazioni terrestri possono trasmettere la loro lista di chiamata, formata dai nominativi d'appello di tutte le stazioni mobili per le quali hanno del traffico in attesa, a intervalli determinati, che siano stati oggetto di accordi conclusi tra i Governi interessati. Le stazioni terrestri che emettono le loro chiamate su l'onda di 500 Kc/sec. (600 metri) trasmettono i nominativi di appello della loro lista per ordine alfabetico; le stazioni terrestri che utilizzano le onde persistenti trasmettono questi nominativi di appello nell'ordine che loro sembra più conveniente.

(2) - In ogni caso le stazioni mobili che in questa trasmissione raccolgono il loro nominativo di appello, devono rispondere appena sono in grado di farlo, conformandosi alle prescrizioni del paragrafo 1 precedente e osservando tra di loro, per quanto è possibile, l'ordine nel quale esse sono state chiamate. L'ora alla quale le stazioni terrestri trasmettono la loro lista di chiamata come pure le frequenze ed i tipi d'onda che esse utilizzano a questo scopo, sono menzionati nella Nomenclatura.

(3) - La stazione terrestre fa conoscere ad ogni stazione mobile interessata la frequenza ed il tipo d'onda che saranno utilizzati per il lavoro con essa, come pure l'ora approssimativa alla quale questo lavoro potrà cominciare.

§ 3 - Quando una stazione terrestre riceve, praticamente nello stesso momento, le chiamate di parecchie stazioni mobili, essa decide dell'ordine in cui queste stazioni potranno trasmetterle il loro traffico, ispirando la sua decisione unicamente alla necessità di permettere a ciascuna delle stazioni che la chiamano di scambiare con lei il più gran numero possibile di radiotelegrammi.

§ 4 - (1) - Quando una stazione terrestre risponde alla chiamata di una stazione mobile essa può, se lo giudica necessario, domandarle per mezzo delle abbreviazione appropriate, d'indicare il numero di radiotelegrammi in attesa.

(2) - Se alla stazione terrestre sembrano necessari dati concernenti la posizione, l'itinerario, la velocità o gli scali della nave, dell'aeronave, o del qualsiasi altro veicolo che porta la stazione mobile, essa domanda questi dati per mezzo di un avviso di servizio gratuito diretto al comandante o alla persona responsabile della nave, dell'aeronave, o del veicolo che porta la stazione mobile, e questi li fornisce, o no, sotto la sua responsabilità. La stazione mobile non deve dare delle informazioni di questo genere alla stazione terrestre se non dopo che saranno state domandate, e deve fornirle come è detto sopra.

§ 5 - Nelle comunicazioni fra stazioni costiere e stazioni mobili, la stazione mobile si conforma alle istruzioni date dalla stazione costiera in tutte le questioni relative all'ordine di trasmissione, all'ora di trasmissione e alla sospensione del lavoro. Questa prescrizione non si applica ai casi di pericolo.

§ 6 - Negli scambi tra stazioni mobili, e salvo il caso di pericolo, la stazione chiamata ha la direzione del lavoro come è indicato al precedente paragrafo 5.

§ 7 - (1) - Quando una stazione chiamata non risponde alla chiamata emessa tre volte, a intervalli di due minuti, la chiamata deve cessare e non può essere ripresa che 15 minuti più tardi. La stazione che chiama, prima di ricominciare la chiamata, deve assicurarsi che la stazione chiamata non è, in quel momento in comunicazione con un'altra stazione.

(2) - La chiamata può essere ripetuta a intervalli meno lunghi se non c'è da temere che possa disturbare le comunicazioni in corso.

§ 8 - Quando il nome e l'indirizzo di chi esercisce la stazione mobile non sono menzionati nella nomenclatura, o non sono più in concordanza con le indicazioni di questa, spetta alla stazione mobile il dare d'ufficio alla stazione terrestre alla quale essa trasmette il traffico, tutte le informazioni necessarie sotto questo rispetto, utilizzando a questo fine le abbreviazioni appropriate.

ART. 25.

Ora di accettazione dei radiotelegrammi.

§ 1 - Per indicare l'ora di accettazione dei telegrammi accettati nelle stazioni mobili, l'incaricato si basa sul tempo medio di Greenwich, e utilizza la notazione relativa al quadrante di 24 ore. Quest'ora è sempre espressa e trasmessa per mezzo di 4 cifre (da 0000 a 23,59)

§ 2 - Tuttavia, le amministrazioni dei paesi situati fuori della zona « *A* » (appendice 6) possono autorizzare le stazioni delle navi che passano lungo le coste del loro paese, a utilizzare il tempo del proprio fuso orario per l'indicazione, in un gruppo di 4 cifre, dell'ora di accettazione, e in questo caso il gruppo deve essere seguito dalla lettera *F*.

ART. 26.

Direzione da far seguire ai radiotelegrammi.

§ 1 - (1) - Come principio, la stazione mobile che fa uso di onde del tipo A 2, A 3 o B trasmette i suoi radiotelegrammi alla stazione terrestre più vicina.

(2) - Tuttavia, quando la stazione mobile può scegliere tra parecchie stazioni terrestri che si trovino approssimativamente alla stessa distanza, essa deve dare la preferenza a quella che è situata sul territorio del paese di destinazione o di transito normale dei radiotelegrammi da trasmettere. Quando la stazione scelta non è la più vicina, la stazione mobile deve cessare il lavoro o cambiare tipo o frequenza di emissione alla prima domanda fatta dalla stazione terrestre dell'amministrazione interessata che è realmente la più vicina, domanda motivata dal disturbo che il detto lavoro cagiona a questa stazione.

§ 2 - La stazione mobile che impiega delle onde dal tipo A 1 comprese nella gamma autorizzata, può trasmettere i suoi radiotelegrammi a una stazione terrestre che non sia la più vicina. Si raccomanda tuttavia in questo caso di dare la preferenza alla stazione terrestre stabilita sul territorio del paese di destinazione, o del

paese che sembra dover assicurare più razionalmente il transito dei radiotelegrammi da trasmettere.

§ 3 - (1) - Una stazione costiera alla quale sono concesse una o più onde comprese nella gamma da 125 a 150 Kc/sec. (2400-2000 metri) gode su questa o su queste onde di un diritto di preferenza.

(2) - Ogni altra stazione del servizio mobile che trasmette un traffico pubblico su questa o su queste onde, e che cagiona così del disturbo alla detta stazione costiera, deve sospendere il suo lavoro dietro domanda di quest'ultima.

§ 4 - Salvo in caso di pericolo, le comunicazioni fra stazioni di bordo non devono turbare il lavoro delle stazioni costiere. Quando questo lavoro viene così disturbato, le stazioni di bordo che ne sono la causa devono cessare le loro trasmissioni o cambiare onda alla prima domanda della stazione costiera che esse disturbano.

§ 5 - Se il mittente di un radiotelegramma accettato in una stazione mobile ha designato la stazione terrestre alla quale egli desidera che il suo radiotelegramma sia trasmesso, la stazione mobile deve, per effettuare questa trasmissione alla stazione terrestre indicata, attendere eventualmente che le condizioni previste ai paragrafi precedenti si verifichino.

§ 6 - (1) - Una stazione mobile che non ha sospensioni di servizio determinate, deve comunicare alla stazione terrestre con la quale essa è entrata in relazione l'ora di chiusura e l'ora di riapertura del suo servizio.

(2) - Ogni stazione mobile che è sul punto di chiudere il suo servizio a causa d'arrivo in un porto, deve avvertirne la stazione terrestre più vicina.

ART. 27.

Onda da impiegare in caso di pericolo.

In caso di pericolo l'onda di 500 Kc/sec. (600 metri) deve di preferenza essere adoperata nel tipo A 2 o B. Quando non è possibile impiegare uno di questi tipi d'onda, possono essere utilizzati i tipi A 1 o A 3. Nessuna disposizione del Regolamento può fare ostacolo all'impiego, da parte di una stazione mobile in pericolo, di tutti i mezzi di cui essa dispone per attirare l'attenzione, segnalare la sua situazione, e ottenere soccorso.

ART. 28.

Provvedimenti atti a ridurre le interferenze.

§ 1 - Nel caso in cui delle onde diverse dell'onda normale possono essere impiegate, la stazione di bordo segue le istruzioni della stazione costiera con la quale essa è in corrispondenza. Come principio, l'onda normale di 500 Kc/sec. (600 metri) non deve essere utilizzata per la trasmissione di lunghi radiotelegrammi nelle regioni dove il lavoro radioelettrico è intenso.

§ 2 - Durante le loro ore di servizio, le stazioni che impiegano per il loro lavoro delle onde del tipo A 2, A 3 o B e aperte al servizio internazionale della corrispondenza pubblica, devono restare in ascolto sull'onda di 500 Kc sec. (600 metri) salvo durante il periodo in cui hanno scambio di traffico su altre onde.

§ 3 - Come regola generale, si raccomanda di trasmettere il traffico che si riferisce alla corrispondenza pubblica su onde del tipo A 1 piuttosto che su onde del tipo A 2 o B.

§ 4 - Tutte le stazioni del servizio mobile sono tenute a scambiare il traffico col minimo di energia irradiata necessario per assicurare una buona comunicazione.

ART. 29.

Avviso di impossibilità di recapito.

§ 1 - Quando, per una causa qualunque, un radiotelegramma lanciato da una stazione mobile, è destinato alla terra ferma non può essere rimesso al destinatario, viene emesso un avviso di impossibilità di recapito indirizzato alla stazione terrestre che ha ricevuto il radiotelegramma della stazione mobile. Questa stazione terrestre, dopo verifica dell'indirizzo, rispedisce l'avviso alla stazione mobile, se ciò è possibile, se occorre con l'intermediario di una stazione terrestre dello stesso paese o di un paese vicino per quanto la situazione esistente, o degli accordi particolari, lo permettono.

§ 2 - Quando un radiotelegramma giunto ad una stazione mobile non può essere ricapitato, questa stazione ne informa l'ufficio o la stazione mobile di origine con un avviso di servizio. Nel caso di un radiotelegramma proveniente dalla terra ferma, questo avviso di servizio è trasmesso, per quanto è possibile, alla stazione terrestre per la quale il radiotelegramma è passato, o, se del caso, a un'altra stazione terrestre dello stesso paese o di un paese vicino per quanto la situazione esistente o, eventualmente, degli accordi particolari lo permettono.

ART. 30.

Periodo di giacenza dei radiotelegrammi nelle stazioni terrestri.

§ 1 (1) - Quando la stazione mobile alla quale è destinato un radiotelegramma non ha segnalata la sua presenza alla stazione terrestre entro il termine indicato dal mittente o, in difetto di una tale indicazione, fino al mattino del 5 giorno, che segue il giorno di accettazione, la stazione terrestre ne informa l'ufficio d'origine che avverte il mittente. Questi può domandare, per mezzo di avviso di servizio tassato, telegrafico o postale, diretto alla stazione terrestre, che il suo telegramma sia trattenuto fino allo spirare del 14° giorno a

contare dal giorno dell'accettazione; in mancanza di un tale avviso, il radiotelegramma viene distrutto alla fine del 7° giorno.

(2) - Tuttavia, non si tiene conto dello spirare di uno qualunque dei termini sopra contemplati quando la stazione terrestre ha la certezza che la stazione mobile entrerà prossimamente nel suo raggio d'azione.

§ 2 - D'altra parte non s'attende lo spirare dei termini quando la stazione terrestre ha la certezza che la stazione mobile è uscita definitivamente dal suo raggio di azione. Se essa presume che nessun'altra stazione terrestre dell'amministrazione o dell'impresa privata, da cui essa dipende, sia in collegamento con la stazione mobile, la stazione terrestre annulla il radiotelegramma per ciò che riguarda il suo percorso tra essa e la stazione mobile e informa del fatto l'ufficio di origine, che avverte il mittente. In caso contrario essa lo dirige alla stazione terrestre che si presume essere in collegamento con la stazione mobile, a condizione tuttavia che non ne risulti alcuna tassa addizionale.

§ 3 - Quando un radiotelegramma non può essere trasmesso ad una stazione mobile in seguito all'arrivo di questa in un porto vicino alla stazione terrestre, quest'ultima stazione può, eventualmente, far pervenire il radiotelegramma alla stazione mobile con altri mezzi di comunicazione.

ART. 31.

Servizi speciali.

A) - *Servizi meteorologici. Segnali orari. Avvisi ai naviganti.*

§ 1 - I messaggi meteorologici sinòttici, i messaggi di previsione o di situazione meteorologica generale, e i segnali orari devono essere trasmessi, come principio, conformemente ad un orario determinato. I radiotelegrammi di questa classe, destinati alle stazioni mobili, devono essere emessi, per quanto è possibile, alle ore in cui la loro ricezione può essere fatta da quelle stazioni che hanno un solo operatore (vedere appendice 5); la velocità di trasmissione deve essere scelta in modo che la lettura dei segnali sia possibile ad un operatore che non possieda che il certificato di 2ª classe.

§ 2 - Durante le trasmissioni « per tutti » dei segnali orari e dei messaggi meteorologici destinati alle stazioni del servizio mobile, tutte le stazioni di questo servizio le cui trasmissioni disturberebbero la ricezione dei segnali e messaggi in questione, devono conservare il silenzio al fine di permettere a tutte le stazioni che lo desiderano, di ricevere i detti segnali e messaggi.

§ 3 - I messaggi di avvertimenti meteorologici e gli avvisi che interessano la sicurezza della navigazione che rivestono carattere d'urgenza per i servizi mobili, vengono trasmessi immediatamente e devono essere ripetuti alla fine del primo periodo di silenzio che si presenta (vedi art. 17 § 2). Questi messaggi e avvisi devono essere emessi sulle frequenze attribuite al servizio

mobile al quale esse sono destinate; la loro trasmissione è preceduta dal segnale di sicurezza TTT.

§ 4 - Oltre i servizi regolari d'informazione previsti nei paragrafi precedenti, le amministrazioni prendono le misure necessarie perchè certe stazioni siano incaricate di comunicare, dietro domanda, dei messaggi meteorologici alle stazioni del servizio mobile.

§ 5 - Nell'interesse della brevità e della buona utilizzazione da parte delle stazioni mobili, le osservazioni meteorologiche trasmesse dalle stazioni del servizio mobile, devono, come principio, essere redatte secondo un codice meteorologico internazionale.

B) - *Servizio delle stazioni radiogoniometriche.*

§ 6 - Le Amministrazioni sotto l'autorità delle quali sono poste le stazioni radiogoniometriche non accettano alcuna responsabilità quanto alle conseguenze d'un rilievo inesatto.

§ 7 - Queste amministrazioni notificano, perchè vengano inserite nella nomenclatura delle stazioni radiotelegrafiche, le caratteristiche di ogni stazione radiogoniometrica, indicando per ciascuna di esse i settori nei quali i rilievi sono normalmente sicuri. Ogni cambiamento per ciò che riguarda questi dati deve essere pubblicato senza ritardo; se il cambiamento è di natura permanente, deve essere comunicato all'ufficio internazionale.

§ 8 - (1) - In servizio normale le stazioni radiogoniometriche costiere devono essere in grado di prendere e fornire dei rilievi dalle stazioni di bordo sia sulla frequenza di 500 Kc sec (600 metri) solamente, sia sulla frequenza di 375 Kc sec. (800 metri) solamente, sia indifferentemente su l'una e l'altra di queste due frequenze.

(2) - Una stazione d'aeronave che desidera avere un rilievo deve, per domandarlo, chiamare su l'onda di 333 Kc sec. (900 metri) o sopra un'onda assegnata all'itinerario aereo sul quale vola l'aeronave. In tutti i casi in cui una stazione d'aeronave, essendo in prossimità di stazioni costiere, si rivolge a queste per ottenere un rilievo, essa deve far uso della frequenza di questa stazioni costiere.

§ 9 - La procedura da seguire nel servizio radiogoniometrico è indicata nell'appendice 8.

C) - *Servizio dei radiofari.*

§ 10 - (1) - Quando un'amministrazione giudica utile, nell'interesse della navigazione marittima ed aerea, organizzare un servizio di radiofari, essa può impiegare a questo scopo:

a) - Dei radiofari propriamente detti, impiantati su terra ferma o sopra navi ancorate in maniera permanente; essi sono a emissione circolare o a emissione direzionale;

b) - Delle stazioni fisse, delle stazioni costiere o delle stazioni aeronau-

tiche designate per funzionare anche come radiofari, dietro domanda delle stazioni mobili.

(2) - I radiofari propriamente detti impiegano onde da 285 a 315 Kc/sec. (1050-950 metri) dei tipi A1 e A2 esclusivamente.

(3) - Le altre stazioni designate come radiofari utilizzano la loro frequenza normale e il loro tipo normale di emissione.

§ 11 - I segnali emessi dai radiofari devono permettere di effettuare una buona misura al radiogoniometro; essi devono essere scelti in modo da evitare ogni dubbio quando si tratta di distinguere tra due o più radiofari.

§ 12 - Le amministrazioni che hanno organizzato un servizio di radiofari non accettano alcuna responsabilità quanto alle consequenze di rilievi inesatti ottenuti per mezzo dei radiofari di questo servizio.

§ 13 - (1) - Le amministrazioni notificano, perchè vengano inserite nella nomenclatura delle stazioni radiotelegrafiche, le caratteristiche di ogni radiofaro propriamente detto, e di ogni stazione designata a funzionare come radiofaro, ivi compresa, se è necessaria, l'indicazione dei settori nei quali i rilievi sono normalmente sicuri.

(2) - Ogni modificazione o ogni irregolarità di funzionamento che interviene nel servizio dei radiofari deve essere pubblicata senza ritardo; se la modificazione o l'irregolarità di funzionamento è di natura permanente, essa deve essere notificata all'Ufficio Internazionale.

ART. 32.

Contabilità.

§ 1 - (1) - Le tasse terrestri e di bordo non entrano nei conti telegrafici internazionali.

(2) - I conti relativi a queste tasse sono liquidati dalle amministrazioni dei paesi interessati. Essi vengono stabiliti mensilmente dalle amministrazioni da cui dipendono le stazioni terrestri e comunicati da esse alle amministrazioni interessate.

§ 2 - Nel caso in cui non sia l'amministrazione del paese che esercisce le stazioni terrestri, chi ha la gestione può essere sostituito, per quel che riguarda i conti, all'amministrazione del paese.

§ 3 - Per i radiotelegrammi provenienti dalle stazioni mobili l'amministrazione da cui dipende la stazione terrestre addebita alla amministrazione da cui dipende la stazione mobile d'origine le tasse terrestri, le tasse relative ai percorsi sulla rete generale delle vie di comunicazione, - che saranno d'ora in poi chiamate tasse telegrafiche - le tasse totali percepite per le risposte pagate, le tasse terrestri e telegrafiche percepite per la collazione, le tasse relative al recapito per espresso, per posta o per posta aerea, e le tasse percepite per le copie supplementari dei telegrammi multipli. I radiotelegrammi sono trattati,

dal punto di vista della contabilità tra la stazione terrestre e l'ufficio di destinazione, come dei telegrammi originari dal paese dove è stabilita la stazione terrestre.

§ 4 - Per i radiotelegrammi a destinazione di un paese situato oltre quello a cui appartiene la stazione terrestre, le tasse telegrafiche da liquidare conformemente alle disposizioni precedenti, sono quelle che risultano sia dalle tabelle delle tariffe relative alla corrispondenza telegrafica internazionale, sia da accordi speciali conclusi tra le amministrazioni di paesi limitrofi, e pubblicati da queste amministrazioni, e non le tasse che potrebbero essere percepite applicando dei minimi per telegramma o dei metodi per arrotondare i prezzi per telegramma in qualunque maniera.

§ 5 - Per i radiotelegrammi e gli avvisi di servizio tassati, a destinazione delle stazioni mobili, l'amministrazione da cui dipende l'ufficio d'origine riceve direttamente da quella da cui dipende la stazione terrestre l'addebito delle tasse terrestri e di bordo più le tasse terrestri e di bordo (dei radiotelegrammi) applicabili alla collazione, ma solamente nel caso in cui il telegramma è stato trasmesso alla stazione mobile. All' Amministrazione da cui dipende l'ufficio di origine vengono sempre addebitate da paese a paese, se del caso, per mezzo dei conti telegrafici dall'Amministrazione da cui dipende la stazione terrestre, le tasse totali relative alle risposte pagate. Per ciò che riguarda le tasse telegrafiche e le tasse relative al recapito per posta o per posta aerea e alle copie supplementari si agisce, per quanto si riferisce ai conti telegrafici, conformemente alla procedura telegrafica normale. L'amministrazione da cui dipende la stazione terrestre accredita, se il radiotelegramma è stato realmente trasmesso, all'Amministrazione da cui dipende la stazione mobile destinataria: la tassa di bordo, se esiste, le tasse che spettano alle stazioni mobili intermediarie, la tassa totale percepita per le risposte pagate, la tassa di bordo relativa alla collazione, le tasse percepite per le copie supplementari dei telegrammi multipli e le tasse percepite per il recapito per posta o per posta aerea.

§ 6 - Gli avvisi di servizio tassati e le risposte ai telegrammi con risposta pagata sono trattati, nei conti radiotelegrafici, vale a dire nei conti che si riferiscono all'avviamento nel servizio mobile, sotto tutti i rapporti, come gli altri radiotelegrammi.

§ 7 - Per i radiotelegrammi scambiati tra stazioni mobili

a) - Con l'intermediario di una sola stazione terrestre;

L'Amministrazione da cui dipende la stazione terrestre addebita a quella da cui dipende la stazione mobile d'origine: la tassa terrestre, la tassa telegrafica territoriale, se del caso, e la tassa della stazione mobile di destinazione. Essa accredita all' Amministrazione da cui dipende la stazione mobile di destinazione la tassa di bordo che spetta a questa stazione.

b) - Con l'intermediario di due stazioni terrestri:

L' Amministrazione da cui dipende la prima stazione terrestre addebita a quella da cui dipende la stazione mobile di origine tutte le tasse percepite,

dedottene le tasse che spettano a questa stazione mobile. L'Amministrazione da cui dipende la seconda stazione terrestre - che è quella incaricata di trasmettere il radiotelegramma alla stazione mobile di destinazione - addebita direttamente all' Amministrazione da cui dipende la prima stazione terrestre le tasse relative a questa trasmissione, ma solamente nel caso in cui il radiotelegramma sia stato effettivamente trasmesso alla stazione mobile.

§ 8 - Per i radiotelegrammi che sono avviati, a domanda del mittente, ricorrendo ad una o due stazioni mobili intermedie, ciascuna di queste addebita alla stazione mobile di destinazione, se si tratta di un radiotelegramma destinato ad una stazione mobile, o alla stazione mobile di origine, quando il radiotelegramma proviene da una stazione mobile, la tassa di bordo che le spetta per il transito.

§ 9 - Come principio, la liquidazione dei conti, relativi agli scambi fra stazioni mobili, si fa direttamente tra gli esercenti di queste stazioni; colui che esercisce la stazione di origine riceve l'addebito da colui che esercisce la stazione di destinazione.

§ 10 - (1) - I conti mensili che servono di base alla contabilità speciale dei radiotelegrammi considerati ai paragrafi precedenti, sono stabiliti radiotelegramma per radiotelegramma, con tutte le indicazioni utili e in uno spazio di tre mesi a partire dal mese al quale si riferiscono. Questo periodo può superare i tre mesi quando delle difficoltà eccezionali si presentano nel trasporto postale dei documenti tra le stazioni radioelettriche e le amministrazioni da cui esse dipendono.

(2) - Salvo intesa contraria i conti mensili servono come giustificazione contabile e la loro verifica, la loro accettazione e la loro liquidazione devono essere fatte in un termine di 6 mesi a partire dalla data del loro invio, salvo quando delle difficoltà eccezionali si presentino nel trasporto dei documenti a causa della durata molto lunga dei viaggi.

(3) - Quando la constatazione di differenze si oppone alla accettazione di un conto, l'importo ne viene nondimeno pagato e le rettifiche riconosciute ulteriormente necessarie, sono comprese in un conto mensile seguente. Gli importi dei conti che non sono stati pagati nel detto termine, eventualmente aumentato del periodo che risulta dalle difficoltà eccezionali di trasporto considerate sopra, producono interessi nella ragione del sette per cento (7 °/₀) all'anno, a datare dal giorno seguente allo spirare del periodo di 6 mesi prolungato, se del caso, come è detto sopra.

(4) - La liquidazione e la regolazione dei conti presentati più di due anni dopo la data di accettazione dei radiotelegrammi ai quali questi conti si riferiscono possono essere rifiutate dalla Amministrazione debitrice.

§ 11 - I Governi si riservano la facoltà di prendere tra loro e con le imprese private interessate degli accordi speciali per la adozione di altre disposizioni concernenti la contabilità.

ART. 33.

Comitato consultivo internazionale tecnico delle comunicazioni radioelettriche.

§ 1 - Il Comitato consultivo internazionale tecnico delle comunicazioni radioelettriche, istituito con l'art. 17 della Convenzione è incaricato di studiare le questioni tecniche e connesse che interessano le radiocomunicazioni internazionali e che gli vengono presentate dalle Amministrazioni o imprese private partecipanti. La sua funzione si limita a emettere dei pareri sulle questioni che avrà studiato. Esso trasmette questi pareri all'Ufficio Internazionale perchè siano comunicati alle Amministrazioni e imprese private interessate.

§ 2 - (1) - Questo Comitato è formato, per ogni riunione, degli esperti delle Amministrazioni o imprese private autorizzate di esercizio radioelettrico che vogliono partecipare ai suoi lavori e si impegnano a contribuire, in parti uguali, alle spese comuni della riunione considerata. Le spese personali degli esperti sono sostenute dalla Amministrazione o impresa privata che ha delegati questi ultimi.

(2) - Gli esperti delle dette imprese private autorizzate partecipano ai lavori con voto consultivo. Tuttavia, quando un paese non è rappresentato da una Amministrazione, gli esperti delle imprese private autorizzate di questo paese dispongono nel loro insieme, e qualunque sia il loro numero, di un solo voto deliberativo.

§ 3 - L'Amministrazione dell'Olanda è incaricata di organizzare la prima riunione del Comitato consultivo internazionale tecnico delle comunicazioni radioelettriche, e di stabilire il programma dei lavori di questa riunione.

§ 4 - Le Amministrazioni che si saranno fatte rappresentare ad una riunione del Comitato si accordano per designare l'Amministrazione che convocherà la riunione seguente. Le questioni che il Comitato deve esaminare sono inviate alla Amministrazione organizzatrice della prima riunione prossima, ed è questa amministrazione che fissa la data e il programma della detta riunione.

§ 5 - Come principio, le riunioni del Comitato consultivo internazionale tecnico delle comunicazioni radioelettriche hanno luogo di due in due anni.

ART. 34.

Ufficio internazionale.

§ 1 - (1) - Le spese supplementari risultanti dal funzionamento dell'Ufficio internazionale dell'Unione telegrafica per i bisogni dei servizi radioelettrici, non devono superare i 200.000 franchi all'anno, non comprese: *a*) le spese relative ai lavori delle conferenze, *b*) le spese relative ai lavori dei Comitati regolarmente istituiti quando, secondo le disposizioni del Regolamento generale

o la decisione di una Conferenza, queste spese devono essere sostenute da tutti i paesi contraenti.

(2) - La somma di 200.000 franchi potrà essere modificata ulteriormente col consenso unanime dei Governi contraenti.

§ 2 - L'Amministrazione superiore della Confederazione Svizzera è designata per organizzare la Divisione dei servizi radioelettrici dell'Ufficio internazionale dell'Unione telegrafica menzionato all'Art. 16 della convenzione; essa ne ha l'alta sorveglianza il controllo sulle spese, fa gli anticipi necessari e stabilisce il conto annuale. Questo conto viene comunicato a tutte le altre Amministrazioni.

§ 3 - Le somme anticipate dall' Amministrazione che controlla l' Ufficio internazionale per i bisogni dei servizi radioelettrici devono essere rimborsate, dalle Amministrazioni debitrici, nel più breve termine e al più tardi nei tre mesi che seguono la data della ricezione del conto. Passato questo periodo di tre mesi, le somme dovute producono interessi a profitto dell'Amministrazione creditrice, in ragione del sette per cento (7 %) l'anno a contare dallo spirare del periodo suddetto.

§ 4 - (1) - Per la ripartizione delle spese, gli Stati contraenti sono divisi in 6 classi, ciascuna delle quali contribuisce nella proporzione di un certo numero di unità, cioè:

1ª classe	25 unità	4ª classe	10 unità
2ª »	20 »	5ª »	5 »
3ª »	15 »	6ª »	3 »

(2) - Le Amministrazioni fanno conoscere all'Ufficio internazionale in quale classe desiderano che il loro paese sia classificato.

(3) - I coefficienti precedenti vengono moltiplicati, per ogni classe, per il numero di Stati che ne fanno parte, e la somma dei prodotti così ottenuti fornisce il numero per il quale la spesa totale deve essere divisa per determinare l'ammontare dell'unità di spesa.

Conformemente alle disposizioni dell'Art. 13 della Convenzione di Washington, il presente Regolamento Generale entrerà in vigore il 1° Gennaio 1929.

In fede che i plenipotenziari rispettivi hanno firmato questo Regolamento generale in un esemplare che resterà depositato presso gli archivi del Governo degli Stati Uniti di America e di cui una copia sarà inviata a ciascun Governo.

Fatto a Washington il 25 Novembre 1927.

(Seguono le medesime firme che per la Convenzione)

APPENDICE 1.

Lista delle abbreviazioni da impiegare nelle trasmissioni radioelettriche.

(Vedi Articolo 9 del Regolamento Generale)

CODICE Q (1).

I. - Abbreviazioni utilizzabili in tutti i servizi.

Abbreviazioni	Domanda	Risposta o avvertimento
QRA	Qual'è il nome della vostra stazione?	Il nome della mia stazione è . . . .
QRB	A quale distanza approssimativa vi trovate voi dalla mia stazione?	La distanza approssimativa tra le nostre stazioni è di. . . . . miglia marine (o . . . . Km.).
QRC	Da quale impresa privata (o amministrazione di Stato) sono liquidati i conti di tasse della vostra stazione?	I conti di tasse della mia stazione sono liquidati dall'impresa privata . . . . (o dall'amministrazione dello Stato . . . .).
QRD	Dove andate?	Io vado a . . . . .
QRE	Qual'è la nazionalità della vostra stazione?	La mia stazione è di nazionalità . . . . .
QRF	Di dove venite?	Io vengo da . . . . .
QRG	Volete indicarmi la mia lunghezza d'onda (la mia frequenza) esatta in metri (o in kc/sec.)?	La vostra lunghezza d'onda esatta è di . . . metri (o . . . kc/sec.)
QRH	Qual'è la vostra lunghezza d'onda (la vostra frequenza) esatta in metri (o in kc/sec.)?	La mia lunghezza d'onda (la mia frequenza) esatta è di. . . . . metri (o . . . . kc/sec.).
QRI	La tonalità della mia emissione è cattiva?	La tonalità della vostra emissione è cattiva.
QRJ	Mi ricevete male? I miei segnali sono deboli?	Io non posso ricevervi. I vostri segnali sono troppo deboli.
QRK	Mi ricevete bene? I miei segnali sono buoni?	Io vi ricevo bene. I vostri segnali sono buoni.
QRL	Siete occupati?	Io sono occupato (o sono occupato con . . . .)
QRM	Siete disturbati?	Sono disturbato.

(1) Le abbreviazioni prendono la forma di domande quando sono seguite da un punto interrogativo.

Abbreviazioni	Domanda	Risposta o avvertimento
QRN	Siete disturbati dalle scariche atmosferiche?	Sono disturbato dalle scariche atmosferiche.
QRO	Devo aumentare l'energia?	Aumentate l'energia.
QRP	Devo diminuire l'energia?	Diminuite l'energia.
QRQ	Devo trasmettere più presto?	Trasmettete più presto (. . . . . parole al minuto).
QRS	Devo trasmettere più lentamente?	Trasmettete più lentamente (. . . parole al minuto).
QRT	Devo cessare la trasmissione?	Cessate la trasmissione.
QRU	Avete qualche cosa per me?	Non ho nulla per voi.
QRV	Devo trasmettere una serie di V V V V . . . . . ?	Trasmettete una serie di V V V V . . . .
QRW	Devo avvertire. . . . . che voi lo chiamate?	Vi si prega di avvertire. . . . . che io lo chiamo.
QRX	Devo attendere? In che momento mi richiamerete?	Attendete fino a che io abbia finito di comunicare con . . . . io vi chiamerò subito (o alle ore . . . .).
QRY	Qual'è il mio turno?	Il vostro turno è il numero . . . . (o qualunque altra indicazione).
QRZ	Chi mi chiama?	Vi chiama . . . . .
QSA	Qual'è la forza dei miei segnali? (da 1 a 5)	La forza dei vostri segnali è. . . . (da 1 a 5).
QSB	La forza dei miei segnali varia?	La forza dei vostri segnali varia.
QSC	I miei segnali scompaiono totalmente ad intervalli?	I vostri segnali scompaiono totalmente ad intervalli.
QSD	La mia manipolazione è cattiva?	La vostra manipolazione è cattiva. I vostri segnali sono illeggibili.
QSE	I miei segnali risultano netti?	I vostri segnali sono attaccati.
QSF	La mia trasmissione automatica è buona?	La vostra trasmissione automatica diviene impercettibile.
QSG	Devo trasmettere i telegrammi in serie di cinque, dieci (o seguendo qualche altra indicazione)?	Trasmettete i telegrammi in serie di cinque, di dieci (o seguendo un'altra indicazione).
QSH	Devo trasmettere un telegramma alla volta ripetendolo due volte?	Trasmettete un telegramma alla volta ripetendolo due volte.
QSI	Devo trasmettere i telegrammi secondo il loro ordine, senza ripetizione?	Trasmettete i telegrammi secondo il loro ordine e senza ripetizione.
QSJ	Qual'è la tassa da percepire per parola per . . . . . compresa la vostra tassa telegrafica interna?	La tassa da percepire per parola, per. . . . . è di. . . . . franchi, compresa la mia tassa telegrafica interna.

Abbreviazioni	Domanda	Risposta o avvertimento
QSK	Devo sospendere il traffico? a che ora mi richiamerete?	Sospendete il traffico. Vi richiamerò alle . . . . (ora).
QSL	Potete accusarmi ricevuta del radiotelegramma?	Accuso ricevuta del radiotelegramma.
QSM	Avete ricevuto la mia accusa di ricevuta?	Non ho ricevuto la vostra accusa di ricevuta.
QSN	Potete ricevermi in questo momento? Devo restare in ascolto?	Io non posso ricevervi in questo momento. Restate in ascolto.
QSO	Potete comunicare con . . . direttamente (o con l'intermediario) di . . . .)?	Io posso comunicare con . . . . . direttamente (o con l'intermediario di . . . . .
QSP	Volete ritrasmettere a . . . . gratuitamente?	Trasmetterò a . . . gratuitamente
QSQ	Devo trasmettere ogni parola o gruppo una sola volta?	Trasmettete ogni parola o gruppo una sola volta.
QSR	Per la chiamata di soccorso ricevuta da . . . . si è provveduto?	Si è provveduto alla chiamata di soccorso di . . . . da parte di . . . .
QSU	Devo trasmettere su . . . . metri (o su . . . . kc/sec.) con onde del tipo A 1, A 2, A 3 o B?	Trasmettete su . . . . . metri (o su . . . . kc/sec.) con onde del tipo A 1, A 2, A 3 o B. Io vi ascolto.
QSV	Devo passare sull'onda di. . . . . metri (o di . . . . kc sec.) per il seguito delle nostre comunicazioni, e continuare dopo avere emesso qualche V V V?	Passate sull'onda di . . . . metri (o di . . . . kc sec.) per il seguito delle nostre comunicazioni e continuate dopo avere emesso qualche V V V.
QSW	Volete trasmettere su . . . . metri (o su . . . . kc sec.) con onde del tipo A 1, A 2, A 3 o B?	Io trasmetterò su . . . . metri (o su . . . . kc sec.) con onde del tipo A 1, A 2, A 3 o B. Restate in ascolto.
QSX	La mia lunghezza d'onda (la mia frequenza) varia?	La vostra lunghezza d'onda (la vostra frequenza) varia.
QSY	Devo trasmettere sull'onda di . . . metri (o di . . . kc/sec.) senza cambiare il tipo di onda?	Trasmettete sull'onda di . . . . . metri (o di . . . . kc sec.) senza cambiare tipo d'onda.
QSZ	Devo trasmettere ogni parola o gruppo due volte?	Trasmettete ogni parola o gruppo due volte.
QTA	Devo annullare il telegramma N° . . . . come se non fosse mai stato trasmesso?	Annullate il telegramma N°. . . . come se non fosse mai stato trasmesso.
QTB	Siete d'accordo col mio computo del numero delle parole?	Io non sono d'accordo con il vostro conto; io ripeto la prima lettera di ogni parola e la prima cifra di ogni gruppo.

Abbreviazioni	Domanda	Risposta o avvertimento
QTC	Quanti telegrammi avete da trasmettere?	Io ho . . . . telegrammi da trasmettervi (o per . . . .)
QTD	Il computo delle parole che io vi confermo, è giusto?	Il conto delle parole che voi mi confermate è giusto.
QTE	Qual'è la mia vera posizione? (oppure qual'è la mia posizione vera rispetto a . . . .)?	La vostra posizione vera è di . . . . gradi (oppure la vostra posizione vera rispetto a . . . . è di gradi . . . . alle . . . . (ora).
QTF	Volete indicarmi la posizione della mia stazione sulla base dei rilievi presi dai posti radiogoniometrici che voi controllate?	La posizione della vostra stazione sulla base dei rilievi presi dai posti radiogoniometrici che io controllo è . . . . . latitudine . . . . .; longitudine.
QTG	Volete trasmettere il vostro nominativo di appello durante un minuto su l'onda di . . . . . metri (o di . . . kc/sec.) perchè io possa prendere il vostro rilievo radiogoniometrico?	Io trasmetto il mio nominativo di appello durante un minuto sull'onda di . . . . . metri (o di . . . . . kc/sec.) perchè voi possiate prendere il mio rilievo radiogoniometrico.
QTH	Qual'è la vostra posizione in latitudine e in longitudine (o secondo qualsiasi altra indicazione)?	La mia posizione è . . . . latitudine . . . . . longitudine (o secondo qualsiasi altra indicazione).
QTI	Qual'è la vostra rotta vera?	La mia rotta vera è di . . . . . gradi.
QTJ	Qual'è la vostra velocità di marcia?	La mia velocità di marcia è di . . . . . nodi (o di . . . . . Km.) all'ora.
QTK	Qual'è la posizione vera di . . . . relativamente a voi?	La posizione vera di . . . . relativamente a me è di . . . . . gradi alle . . . . (ora).
QTL	Trasmettete dei segnali radioelettrici per permettermi di determinare la mia posizione rispetto al radiofaro?	Io trasmetto dei segnali radioelettrici per permettervi di determinare la vostra posizione rispetto al radiofaro.
QTM	Trasmettete dei segnali radioelettrici e dei segnali acustici sottomarini per permettermi di determinare la mia posizione e la mia distanza?	Io trasmetto dei segnali radioelettrici, e dei segnali acustici sottomarini per permettervi di determinare la vostra posizione e la vostra distanza.
QTN	Potete prendere il rilevamento della mia stazione (o di . . . .) relativamente a voi?	Io non posso prendere il rilevamento della vostra stazione (o di . . . .) relativamente a me.
QTP	State per entrare nel bacino (o nel porto)?	Io stò per entrare nel bacino (o nel porto).
QTR	Qual'è l'ora esatta?	L'ora esatta è . . . . .

Abbreviazioni	Domanda	Risposta o avvertimento
QTS	Qual'è la posizione vera della vostra stazione, relativamente a me?	La posizione della mia stazione relativamente alla vostra è di . . . . . alle . . . . . (ora).
QTU	Quali, sono le ore di servizio della vostra stazione?	Le ore di servizio della mia stazione sono dalle. . . . alle. . . .

II. — Abbreviazioni utilizzabili specialmente nel servizio radioaereo.

QAA	A quale ora contate di arrivare a . . . . ?	Io conto di arrivare a . . . . alle . . . . (ora).
QAB	Siete voi in viaggio per. . . . . ?	Io sono in viaggio per . . . . . oppure dirigetevi a . . . . .
QAC	Ritornate voi a . . . . . ?	Io ritorno a . . . . . oppure ritornate a . . . . .
QAD	A che ora avete lasciato . . . . . (luogo di partenza)?	Io ho lasciato . . . . . (luogo di partenza) alle . . . . . (ora).
QAE	Avete notizie di . . . (nominativo di appello della stazione dell'aeronave)?	Io non ho notizie di. . . . (nominativo di appello della stazione dell' aeronave).
QAF	A che ora siete passati per. . . . ?	Io sono passato per . . . . alle . . . . (ora).
QAH	Qual'è la vostra altezza?	La mia altezza è. . . . . metri (o qualunque altra indicazione).
QAI	C'è qualche aeronave segnalata nelle mie vicinanze?	Non c'è alcuna aeronave segnalata nelle vostre vicinanze.
QAJ	Devo ricercare un'altra aeronave nelle mie vicinanze?	Ricercate un'altra aeronave nelle vostre vicinanze. Oppure Ricercate . . . . . (nominativo di appello della stazione dell'aeronave) che volava presso . . . . (o in direzione di . . . .) alle . . . . (ora).
QAK	Su quale onda trasmetterete i messaggi di avvertimenti meteorologici?	Io trasmetterò i messaggi di avvertimenti meteorologici sull'onda di . . . . metri (o di . . . . kc/sec.).
QAL	State per atterrare a . . . . ?	Io stò per atterrare a . . . . . oppure Atterrate a . . . . .
QAM	Potete darmi l'ultimo messaggio meteorologico del tempo di . . . . . (luogo di osservazione)?	Ecco l'ultimo messaggio meteorologico del tempo di . . . . . (luogo di osservazione).

Abbreviazioni	Domanda	Risposta o avvertimento
QAN	Potete darmi l'ultimo messaggio meteorologico del vento in superficie di . . . . . (luogo di osservazione)?	Ecco l'ultimo messaggio meteorologico del vento in superficie di . . . . . (luogo di osservazione).
QAO	Potete darmi l'ultimo messaggio meteorologico del vento superiore di . . . . . (luogo di osservazione)?	Ecco l'ultimo messaggio meteorologico del vento superiore di . . . . . (luogo di osservazione).
QAP	Devo restare in ascolto per voi (o per . . . .) su . . . . metri (o su . . . . kc sec.)?	Restate in ascolto per me (o per . . . .) su . . . . metri (o su . . . . kc sec.).
QAQ	Volete fare affrettare la risposta al messaggio N° . . . . . (o secondo qualunque altra indicazione)?	Io faccio affrettare la risposta al messaggio N° . . . . (o seguendo qualunque altra indicazione).
QAR	Devo rispondere a . . . . per voi?	Rispondete a . . . . per me.
QAS	Devo trasmettere il messaggio N° . . . . (o secondo qualsiasi altra indicazione) a . . . . . ?	Trasmettete il messaggio N° . . . (o secondo qualsiasi altra indicazione) a . . . .
QAT	Devo continuare a trasmettere?	Ascoltate prima di trasmettere; voi disturbate. Oppure, Ascoltate prima di trasmettere; voi trasmettete contemporaneamente a . . . . .
QAU	Qual'è l'ultimo messaggio che voi avete ricevuto da . . . . .?	L'ultimo messaggio che ho ricevuto da . . . . . è . . . . .
QAV	Mi chiamate? Oppure, chiamate voi . . . . (nominativo di appello della stazione di aeronave)?	Io chiamo . . . . . (nominativo di appello della stazione di aeronave).
QAW	Devo cessare di stare in ascolto fino alle . . . . (ora)?	Cessate di stare in ascolto fino alle . . . . . (ora).
QAX	Avete ricevuto il segnale di urgenza fatto da. . . . (nominativo di appello della stazione d'aeronave?	Io ho ricevuto il segnale di urgenza fatto da . . . . . (nominativo di appello della stazione d'aeronave) alle . . . . (ora).
QAY	Avete ricevuto il segnale di soccorso fatto da. . . . (nominativo di appello della stazione di aeronave)?	Io ho ricevuto il segnale di soccorso fatto da. . . . . (nominativo di appello della stazione di aeronave) alle . . . . . (ora).
QAZ	Potete ricevere nonostante il temporale?	Non posso più ricevere. Devo cessare l'ascolto a causa del temporale.

III. - Abbreviazioni diverse.

Abbreviazioni	Significato
C	Si.
N	No.
P	Annuncio di telegramma privato nel servizio mobile (da impiegare come prefisso).
W	Parola o parole.
AA	Subito dopo . . . . . (da impiegare dopo un punto interrogativo per domandare una ripetizione).
AB	Immediatamente prima . . . . . (da impiegare dopo un punto interrogativo per domandare una ripetizione).
AL	Tutto ciò che è stato trasmesso (da impiegare dopo un punto interrogativo per domandare una ripetizione).
BN	In mezzo a . . . . . (da impiegare dopo un punto interrogativo per domandare una ripetizione)
BQ	Annuncio di risposta ad una domanda di rettifica.
CL	Io chiudo la mia stazione.
CS	Nominativo di appello, (da impiegare per domandare o far ripetere un nominativo di appello).
DB	Io non posso fornirvi rilievi, voi non siete nel settore verificato da questa stazione.
DC	Il minimo del vostro segnale conviene per il rilievo.
DF	La vostra posizione alle . . . . . ; (ora) era di . . . . . gradi, nel settore dubbio di questa stazione, con un errore possibile di due gradi.
DG	Vogliate avvertirmi se constatate un errore nel rilievo dato.
DI	Rilievo incerto in seguito alla cattiva qualità del vostro segnale.
DJ	Rilievo incerto a causa di disturbi.
DL	La vostra posizione alle . . . . . (ora) era di . . . . . gradi nel settore incerto di questa stazione.
DO	Rilievo incerto. Domandate un altro rilievo più tardi o alle . . . (ora)
DP	Oltre le 50 miglia l'errore possibile del rilievo può raggiungere i 2 gradi.
DS	Regolate il vostro trasmettitore, il minimo del vostro segnale è troppo esteso.

Abbreviazioni	Significato
DT	Non posso fornirvi nessun rilievo, il minimo del vostro segnale è troppo esteso.
DY	Questa stazione è bilaterale; qual'è la vostra direzione approssimativa in gradi relativamente a questa stazione?
DZ	Il vostro rilevamento è reciproco (da utilizzare solamente dalla stazione di controllo di un gruppo di stazioni radiogoniometriche quando essa si dirige ad altre stazioni dello stesso gruppo).
ER	Qui . . . . . (da impiegare prima del nome della stazione mobile nella trasmissione delle indicazioni di rotta)
GA	Riprendete la trasmissione (da impiegare più specialmente nel servizio fisso).
JM	Se posso trasmettere fate una serie di tratti. Per arrestare la mia trasmissione, fate una serie di punti (da non impiegarsi sui 600 metri, [500 kc/sec.]).
MN	Minuto o minuti (da impiegarsi per indicare la durata di una attesa)
NW	Io riprendo la trasmissione (da impiegare più specialmente nel servizio fisso).
OK	Noi siamo d'accordo,
RQ	Annuncio di una domanda di rettifica.
SA	Annuncio del nome di una stazione d'aeronave (da impiegare nella trasmissione delle indicazioni di passaggio).
SF	Annuncio del nome di una stazione aeronautica.
SN	Annuncio del nome di una stazione costiera.
SS	Annuncio del nome di una stazione di bordo (da impiegare nella trasmissione delle indicazioni di passaggio).
TR	Annuncio della domanda o dell'invio di indicazioni concernenti una stazione mobile.
UA	Siamo d'accordo?
WA	Parola seguente . . . . . (da impiegare dopo un punto interrogativo per domandare una ripetizione).
WB	Parola precedente . . . . . (da impiegare dopo un punto interrogativo per domandare una ripetizione).
XS	Parassiti atmosferici.
YS	Vedete il vostro avviso di servizio.
ABV	Abbreviate il traffico impiegando le abbreviazioni internazionali oppure Ripetere (o io ripeto) le cifre in riassunto.

Abbreviazioni	Significato
ADR	Indirizzo (da impiegare dopo un punto interrogativo per domandare una ripetizione).
CFM	Confermate, oppure Io confermo.
COL	Collazionate, oppure Io collaziono.
ITP	La punteggiatura conta.
MSG	Annuncio di telegramma concernente il servizio di bordo. (da impiegare come prefisso).
PBL	Preambolo (da impiegare dopo un punto interrogativo per domandare una ripetizione).
REF	In riferimento a . . . . . oppure Riferitevi a . . . . .
RPT	Ripetete oppure Io ripeto (da impiegare per domandare o per dare ripetizioni di tutte o parte del traffico facendo seguire l'abbreviazione delle indicazioni corrispondenti).
SIG	Firma (da impiegare dopo un punto interrogativo per domandare una ripetizione).
SVC	Annuncio di telegramma di servizio concernente il traffico privato (da impiegare come prefisso).
TFC	Traffico.
TXT	Testo (da impiegare dopo un punto interrogativo per domandare una ripetizione).

APPENDICE 2.

Rapporto su una infrazione alla convenzione radiotelegrafica, o ai regolamenti di servizio.

(Vedi Articolo 12 del Regolamento Generale).

Dettagli relativi alla stazione che trasgredisce il Regolamento.

1. - Nome, se è conosciuto (in carattere di stamperia) (osservazione *a*) .....
2. - Nominativo di chiamata (in carattere a stampa). .....
3. - Nazionalità se essa è conosciuta. .....
4. - Onda impiegata (kc/sec. o metri). .....
5. - Sistema (osservazione *b*). .....

Particolari relativi alla stazione che segnala l' irregolabilità.

6. - Nome (in carattere a stampa). .....
7. - Nominativo di chiamata (in caratteri a stampa). .....
8. - Nazionalità. .....
9. - Posizione approssimativa (osservazioni *c*). .....

Particolari dell' irregolarità.

10. - Nome (osservazione *d*) della stazione in comunicazione con quella che commette l' irregolarità. .....
11. Nominativo di chiamata della stazione in comunicazione con quella che commette l' infrazione. .....
12. - Ora (osservazione e) e data. .....
13. - Natura dell'irregolarità (osservazione *f*). .....

14. - Estratti del giornale di bordo e altri documenti ad appoggio del rapporto, (da continuare nel verso del foglio, se necessario). Ora.	

15. - Certificato.

Io certifico che il rapporto precedente dà, per quanto io sappia, il resoconto completo ed esatto di ciò che è avvenuto.

Data: *li* . . . . . *19* . . (*) . . . . . .

(*) Questo rapporto deve essere firmato dall'operatore che ha rilevato l'infrazione, e controfirmato dal comandante della aeronave o dal capo della stazione terrestre.

Indicazioni per riempire questo modulo.

Osservazione *a*) - Ogni rapporto non farà menzione che di una sola nave o di una sola stazione; vedi osservazione *d*.

» *b*) - Tipo A 1, A 2, A 3 o B.

» *c*) - Applicabile solamente a navi e aeronavi, deve essere espressa in latitudine e longitudine (Greenwich) o per mezzo di un rilievo vero e la distanza in miglia marine o in Km. da qualche punto ben conosciuto.

» *d*) - Se le due stazioni in comunicazione infrangono il regolamento, un rapporto sarà fatto separatamente per ciascuna delle due stazioni.

» *e*) - Deve essere espressa da un gruppo di quattro cifre (da 0000 a 23,59) tempo medio di Greenwich). Se l'infrazione si riferisce ad un periodo considerevole, le ore devono essere indicate nel margine del N. 14.

» *f*) - Un rapporto separato è richiesto per ciascuna delle irregolarità, a meno che gli errori non siano stati evidentemente commessi dalla stessa persona e non abbiano avuto luogo che in un corto periodo di tempo. Tutti i rapporti devono essere inviati in due esemplari ed essere compilati per quanto è possibile con macchina da scrivere. (L'impiego della matita indelebile e della carta carbone è autorizzato).

Per uso esclusivo dell' Amministrazione.

1. - Compagnia che ha il controllo della installazione radiotelegrafica della stazione contro la quale è stato presentato reclamo.	
2. - Nome dell' operatore della stazione ritenuto responsabile dell'infrazione al regolamento.	.....
3. - Misura presa.	.....

APPENDICE 3.

Documenti di servizio.

(Vedi Articolo 13 del Regolamento Generale)

Sezione 1ª — STAZIONI FISSE E TERRESTRI.

PARTE A — Indice alfabetico delle stazioni.

Nome della stazione	Nominativo di appello	Pagina della parte B
1	2	3

PARTE B — Stato segnaletico delle stazioni.

(. . . . . Nome del paese)

Nome della stazione	Nominativo di appello	Posizione geografica esatta. di antenna emittente	Onda		Potere normale di irradiamento in m. ampère	Altezza d'antenna e intensità di corrente alla base	Servizio		Tasse	*Osservazioni*
			Tipo	Frequenza			Natura	Ore di apertura		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Sezione 2ª — STAZIONI ADIBITE A SERVIZI SPECIALI.

PARTE A — **Stazioni radiogoniometriche.**

(. . . . . Nome del paese)

Nome della stazione	Nominativo di appello	Posizione geografica esatta della stazione	ONDE Tipi — Frequenze (lunghezza): Per la chiamata della staz. radiogoniometrica	ONDE Tipi — Frequenze (lunghezza): Per i segnali richiesti per i rilievi	ONDE Tipi — Frequenze (lunghezza): Per la trasmissione dei rilievi	Potere normale d'irradiazione in m. ampère	Altezza di antenna e intensità di corrente alla base	Nome, e nominativo di appello della stazione con cui si deve entrare in comunicazione se la stazione non ha apparecchio emittente	*Osservazioni* (settore di rilievo, ore di apertura, tasse ecc.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

PARTE B — **Stazioni radiofari.**

(. . . . . Nome del paese)

Nome della stazione	Nominativo di appello	Posizione geografica esatta dell'antenna emittente	ONDE Tipi — Frequenze (lunghezza): Per la domanda dell'emissione	ONDE Tipi — Frequenze (lunghezza): Per l'emissione	Potere normale d'irradiamento in metri-ampère	Altezza d'antenna e intensità di corrente alla base	Segnale caratteristico emesso dalla stazione	Nome, e nominativo di appello della stazione con cui si deve entrare in comunicazione se la stazione non può emettere e ricevere comunicazioni	*Osservazioni*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

PARTE C — **Stazioni che emettono segnali orari.**

(. . . . . Nome del paese)

(Istruzioni generali concernenti i segnali orari).

Nome della stazione	Nominativo di appello	Onda		Ora di emissione	Metodo
		Tipo	Frequenza (lunghezza)		
1	2	3	4	5	6

PARTE D — **Stazioni che emettono bollettini meteorologici regolari.**

(. . . . . Nome del paese)

(Istruzioni generali concernenti i bollettini meteorologici).

Nome della stazione	Nominativo di appello	Onda		Ora di emissione	*Osservazioni*
		Tipo	Frequenza (lunghezza)		
1	2	3	4	5	6

PARTE E — **Stazioni che emettono avvisi per i naviganti.**

(Nome delle stazioni per paese con le indicazioni necessarie).

PARTE F — **Stazioni che emettono dei messaggi della stampa diretti a tutti (CQ).**

(. . . . . Nome del paese)

(Nome della stazione con le indicazioni necessarie).

Sezione 3ª — STAZIONI DI BORDO.

Stato segnaletico delle stazioni.

Nome della stazione	Nominativo di appello	Paese	Onda		Potere normale di irradiamento in metri-ampère	Altezza d'antenna e intensità di corrente alla base	Servizio		Tasso	Amministrazione o impresa privata alla quale devono essere diretti i conti di tasse	*Osservazioni*
			Tipo	Frequenza (lunghezza)			Natura	Ore di servizio			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Sezione 4ª — STAZIONI D' AERONAVE.

Stato segnaletico delle stazioni

Nome della stazione	Nominativo di appello	Paese	Onda		Servizio		*Osservazioni*
			Tipo	Frequenza (lunghezza)	Natura	Ore di servizio	
1	2	3	4	5	6	7	8

Sezione 5ª — STAZIONI DI RADIODIFFUSIONE.

PARTE A — **Indice alfabetico delle stazioni.**

Nome della stazione	Nominativo di appello	Pagina nella parte B
1	2	3

PARTE B — **Stato segnaletico delle stazioni.**

Nome della stazione	Nominativo di appello	Posizione geografica esatta dell'antenna emittente	Frequenza (lunghezza d'onda)	Potere normale d'irradiamento in metri-ampère	Altezza dell'antenna e intensità di corrente alla base	Nome dell'amministrazione o impresa privata che effettua l'emissione	*Osservazioni*
1	2	3	4	5	6	7	8

APPENDICE 4.

Scala impiegata per esprimere la forza dei segnali.

(Vedi articolo 9 del Regolamento Generale)

1. — Appena percettibile; illeggibile;
2. — Debole; leggibile in alcuni istanti;
3. — Abbastanza buono; leggibile, ma difficilmente;
4. — Buono; leggibile;
5. — Molto buono; perfettamente leggibile;

APPENDICE 5.

Ore di servizio delle navi classificate nella 2ª categoria.

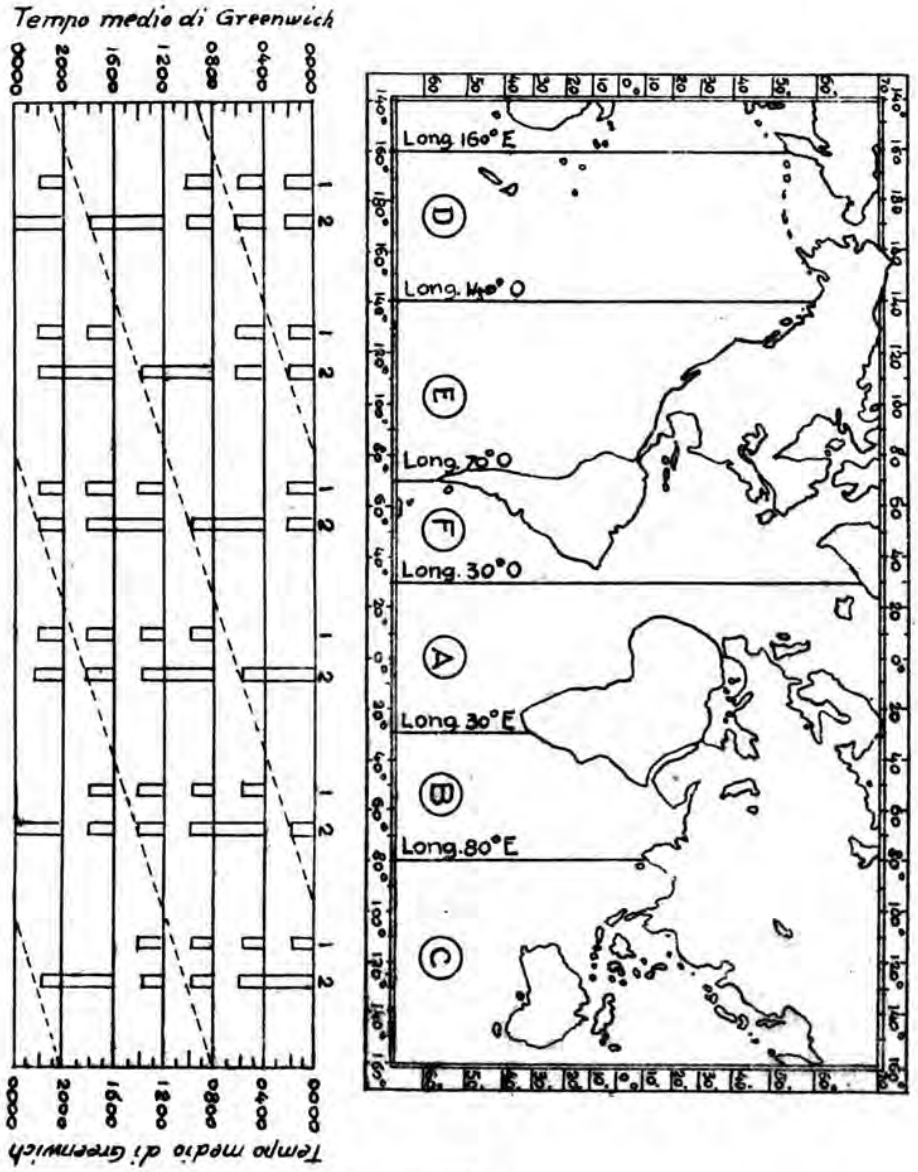
(Vedi tabella e carta all' appendice 6, e articoli 13 e 20 del Regolamento Generale).

Zone	Limiti occidentali	Limiti orientali	Durata delle ore di servizio (tempo medio di Greenwich)	
			8 Ore	16 Ore
A Oceano Atlantico orientale, Mediterraneo, Mare del Nord, Baltico.	Meridiano 30° Ovest. Costa della Groenlandia.	Meridiano 30° Est al Snd della costa d'Africa; limiti orientali del Mediterraneo, del Mar Nero e del Baltico, meridiano 30° Est a Nord della Norvegia.	Da 8h a 10h Da 12h a 14h Da 16h a 18h Da 20h a 22h	Da 0h a 6h Da 8h a 14h Da 16h a 18h Da 20h a 22h
B Oceano Indiano. Oceano Artico Orientale.	Limite orientale della zona A.	Meridiano 80° Est. Costa Occidentale di Ceylan al Ponte di Adam, di là verso l'Ovest lungo le coste dell' India.	Da 4h a 6h Da 8h a 10h Da 12h a 14h Da 16h a 18h	Da 0h a 2h Da 4h a 10h Da 12h a 14h Da 16h a 18h Da 20h a 24h
C Mare della Cina. Oceano Pacifico Occidentale.	Limite orientale della zona B.	Meridiano 160° Est.	Da 0h a 2h Da 4h a 6h Da 8h a 10h Da 12h a 14h	Da 0h a 6h Da 8h a 10h Da 12h a 14h Da 16h a 22h
D Oceano Pacifico centrale.	Limite orientale della zona C.	Meridiano 140° Ovest.	Da 0h a 2h Da 4h a 6h Da 8h a 10h Da 20h a 22h	Da 0h a 2h Da 4h a 6h Da 8h a 10h Da 12h a 18h Da 20h a 24h
E Oceano Pacifico orientale.	Limite orientale della zona D.	Meridiano 70° Ovest al Sud della costa Americana, costa occidentale d'America.	Da 0h a 2h Da 4h a 6h Da 16h a 18h Da 20h a 22h	Da 0h a 2h Da 4h a 6h Da 8h a 14h Da 16h a 22h
F Oceano Atlantico occidentale e golfo del Messico.	Meridiano 70° Ovest al sud della costa Americana, costa orientale d'America.	Meridiano 30° Ovest. Costa della Groenlandia.	Da 0h a 2h Da 12h a 14h Da 16h a 18h Da 20h a 22h	Da 0h a 2h Da 4h a 10h Da 12h a 18h Da 20h a 22h

APPENDICE 6.

Ore di servizio internazionale per le navi aventi meno di 3 radiotelegrafisti.

(Vedi appendice 5 e gli articoli 13 e 20 del Regolamento generale).



APPENDICE 7.

(Vedi gli art.li 2, 15, 13, 7 del Regolamento Generale e l'Appendice 3.)

Documenti di cui le stazioni di bordo devono essere provviste

La licenza radioelettrica.

La nomenclatura delle stazioni di bordo.

La nomenclatura delle stazioni fisse e terrestri.

La nomenclatura delle stazioni d'aeronave.

La Convenzione ed i Regolamenti annessi.

Le tariffe telegrafiche dei paesi a destinazione dei quali la stazione accetta più frequentemente dei radiotelegrammi.

Il Certificato dell'operatore o degli operatori.

Documenti di cui le stazioni d'aeronave devono essere provviste.

La licenza radioelettrica.

Il certificato dell'operatore o degli operatori.

Tutti i documenti che gli organi competenti dell'Aeronautica del paese interessato riterranno eventualmente necessari alla stazione per l'esecuzione del suo servizio.

APPENDICE 8.

Metodo per ottenere i rilievi radiogoniometrici.

(Vedi l'art. 31 del Regolamento Generale.)

1° - *Istruzioni generali.*

A - Prima di chiamare una o più stazioni radiogoniometriche la stazione mobile, per domandare il suo rilievo, deve ricercare nella nomenclatura:

1°) - I nominativi di appello delle stazioni da chiamare per ottenere i rilievi radiogoniometrici che le interessano.

2°) - L'onda sulla quale le stazioni radiogoniometriche sono in ascolto, e l'onda o le onde sulle quali esse prendono i rilievi.

3°) - Le stazioni radiogoniometriche che, grazie a dei collegamenti con fili speciali possono essere ragruppate con la stazione radiogoniometrica da chiamare.

B - La procedura che la stazione mobile deve seguire dipende da diverse circostanze. In generale, essa deve tener conto delle circostanze seguenti:

1°) - Se le stazioni radiogoniometriche non sono in ascolto sulla medesima onda, sia che si tratti dell'onda per ottenere il rilevamento, o di un'altra onda, i rilievi devono essere domandati separatamente a ciascuna stazione o gruppo di stazioni utilizzando una data onda.

2°) - Se tutte le stazioni radiogoniometriche interessate sono in ascolto su una medesima onda, e se esse sono in grado di prendere dei rilievi su un'onda comune - che può essere un'onda diversa dall'onda di ascolto - si può chiamarle insieme, in modo che i rilievi siono presi da tutte queste stazioni insieme sopra una sola emissione.

3°) - Se parecchie stazioni radiogoniometriche sono raggruppate per mezzo di fili speciali, una sola di esse deve essere chiamata anche se tutte sono munite di apparecchi emittenti. In questo caso la stazione mobile deve tuttavia, se necessario, menzionare nella chiamata, per mezzo dei nominativi di appello, le stazioni radiogoniometriche dalle quali essa desidera ottenere dei rilievi.

II°) - *Regole di procedura.*

A - La stazione mobile chiama la stazione o le stazioni radiogoniometriche sull'onda che viene indicata dalla nomenclatura come loro onda di ascolto. Essa trasmette l'abbreviazione QTE che significa:

« Io desidero conoscere il mio rilievo radiogoniometrico rispetto alla stazione radiogoniometrica alla quale mi rivolgo ».

Oppure:

« Io desidero conoscere il mio rilievo radiogoniometrico rispetto alla stazione o alle stazioni radiogoniometriche che hanno i nominativi d'appello seguenti ».

Oppure:

« Io desidero conoscere il mio rilievo radiogoniometrico rispetto alle stazioni radiogoniometriche raggruppate sotto il vostro controllo ».

Trasmette poi il nominativo o i nominativi d'appello necessari e finisce indicando, se occorre, l'onda che impiegherà per far eseguire il proprio rilievo.

Dopo ciò, essa attende istruzioni.

B - La stazione o le stazioni radiogoniometriche chiamate si preparano a prendere il rilievo; esse avvertono, se necessario, le stazioni radiogoniometriche con le quali sono raggruppate. Non appena le stazioni radiogoniometriche sono pronte, quelle stazioni che sono provviste di apparecchi trasmittenti rispondono alla stazione mobile, nell'ordine alfabetico dei loro nominativi di appello, dando il loro nominativo di appello seguito dalla lettera K.

Nel caso che si tratti di stazioni radiogoniometriche raggruppate, la stazione chiamata avverte le altre stazioni del raggruppamento, e informa la stazione mobile, appena le stazioni del raggruppamento sono pronte a prendere il rilievo.

C - Dopo avere, se necessario, preparato la sua nuova onda di trasmissione, la stazione mobile risponde trasmettendo il suo nominativo di appello, combinato eventualmente con un'altro segnale, durante un tempo sufficientemente lungo per permettere il rilevamento.

D - La stazione o le stazioni radiogoniometriche che sono soddisfatte dell'operazione, trasmettono il segnale QTE (« Il vostro rilievo rispetto a me era di . . . . . gradi ») preceduto dall'ora di osservazione e seguito da un gruppo di 3 cifre (da 000 a 359) indicante in gradi il rilievo vero della stazione mobile rispetto alla stazione radiogoniometrica.

Se una stazione radiogoniometrica non è soddisfatta dell'operazione, essa domanda alla stazione mobile di ripetere l'emissione indicata in *C*.

E - Appena la stazione mobile ha ricevuto il risultato dell'osservazione essa ripete il messaggio alla stazione radiogoniometrica, che allora annuncia che la ripetizione è esatta o, se del caso, rettifica ripetendo il messaggio. Quando la stazione radiogoniometrica ha la certezza che la stazione mobile ha correttamente ricevuto il messaggio, essa trasmette il segnale, « fine di lavoro ». Questo segnale viene allora ripetuto dalla stazione mobile per indicare che l'operazione è terminata.

F - Le indicazioni relative: *a*) al segnale da impiegare per ottenere il rilievo; *b*) alla durata delle emissioni che la stazione mobile deve fare; e *c*) all'ora utilizzata dalla stazione radiogoniometrica considerata, sono date nella nomenclatura.

Regolamento Addizionale

annesso alla Convenzione Radiotelegrafica Internazionale

ART. 1.

Procedura radiotelefonica nel servizio mobile.

La procedura da seguire nella chiamata e nello stabilire le comunicazioni fra due stazioni del servizio mobile è data nell'Appendice 1. Le operazioni nella stazione mobile devono essere effettuate da un operatore in possesso del certificato regolamentare.

ART. 2.

Tasse.

§ 1 - La tassa di un radiotelegramma partente da una stazione mobile, o destinato ad una stazione mobile, o scambiato fra stazioni mobili comprende, secondo il caso:

a) - La tassa di bordo che spetta alla stazione mobile d'origine o di destinazione, o a queste due stazioni;

b) - la tassa terrestre che spetta alla stazione terrestre o alle stazioni terrestri che partecipano alla trasmissione;

c) - la tassa per la trasmissione sulla rete generale delle vie di comunicazione, calcolata secondo le regole ordinarie;

d) - la tassa relativa alle operazioni accessorie richieste dal mittente.

§ 2 - (1) - La tassa terrestre e quella di bordo sono fissate seguendo la tariffa per parola pura e semplice, senza percezione di un minimo.

(2) - La tassa massima terrestre è di sessanta centesimi (O fr. 60) per parola; la tassa massima di bordo è di quaranta centesimi (O fr. 40) per parola.

(3) - Tuttavia, ogni amministrazione si riserva la facoltà di fissare e di autorizzare delle tasse terrestri superiori al massimo indicato sopra, nel caso di stazioni terrestri eccezionalmente onerose quanto all'istallazioni o all'esercizio.

§ 3 - Quando una stazione terrestre è utilizzata come intermediaria tra stazioni mobili non si percepisce che una sola tassa terrestre. Se la tassa terrestre applicabile agli scambi con la stazione mobile che trasmette è differente da quella applicabile agli scambi con la stazione mobile che riceve, si perce-

pisce la più elevata tra queste due tasse. Può essere percepita inoltre una tassa territoriale telegrafica uguale a quella che, al paragrafo 5 seguente, è indicata come applicabile alla trasmissione sulle vie di comunicazione.

§ 4 - Il servizio delle ritrasmissioni è regolato dell'art. 6 del presente Regolamento, tenuto conto di quello che è detto al seguente paragrafo 9.

§ 5 - (1) - Nel caso in cui i radiotelegrammi provenienti da un paese, o a destinazione di esso siano scambiati direttamente da, o con le stazioni terrestri di questo paese, la tassa telegrafica applicabile alla trasmissione sulle vie interne di questo paese, è, come principio, calcolata seguendo la tariffa per parola pura e semplice senza percepire un minimo. Questa tassa è notificata in franchi dall'Amministrazione dalla quale dipendono le stazioni terrestri.

(2) - Quando un paese si trova nell'obbligo d'imporre un minimo di tariffa per il fatto che il suo sistema di comunicazioni elettriche interne non è esercito dal Governo, esso deve informare l'Ufficio Internazionale, che indica nella Nomenclatura l'importo di questo minimo di tariffa dopo l'indicazione della tassa per parola. In difetto di una simile indicazione, la tassa da applicare è quella per parola pura e semplice, senza percezione di un minimo.

§ 6 - Non si percepisce alcuna tassa relativa al percorso radioelettrico, nel servizio mobile, per i radiotelegrammi d'interesse generale immediato che rientrano nelle categorie seguenti;

a) - messaggi di soccorso, e risposte a questi messaggi;

b) - avvisi provenienti da stazioni mobili sulla presenza di ghiacci, rottami e mine, o che annuncino cicloni e tempeste;

c) - avvisi che annuncino fenomeni bruschi che minaccino la navigazione aerea o il sorgere improvviso di ostacoli negli aerodromi;

d) - avvisi provenienti da stazioni mobili, che notifichino cambiamenti improvvisi nella posizione delle boe, nel funzionamento dei fari, degli apparecchi di segnalazione presso gli scogli ecc.

e) - avvisi di servizio relativi ai servizi mobili.

§ 7 - Le stazioni mobili devono aver conoscenza delle tariffe necessarie per operare la tassazione dei radiotelegrammi. Tuttavia esse sono autorizzate, presentandosi il caso, a informarsi presso le stazioni terrestri; l'ammontare delle tariffe che queste indicano è dato in franchi.

§ 8 - Per le stazioni mobili, le modificazioni alle tariffe non sono applicabili che quarantacinque giorni dopo la data della notificazione trasmessa dall'Ufficio Internazionale.

§ 9 - (1) - La stazione terrestre che non può raggiungere la stazione mobile di destinazione d'un radiotelegramma per il quale non è stata depositata dal mittente alcuna tassa di ritrasmissione (vedi art. 6 parag. 1 del presente Regolamento) può, per fare pervenire il radiotelegramma a destinazione, ricorrere all'intervento di un'altra stazione mobile, purchè questa vi consenta. Il

radiotelegramma viene allora trasmesso a quest'altra stazione mobile, e l'intervento di quest'ultima ha luogo gratuitamente.

(2) - La stessa diposizione è anche applicabile nel senso « stazione mobile verso stazione terrestre », in caso di necessità.

(3) - Perchè un radiotelegramma così diretto possa considerarsi come arrivato a destinazione, bisogna che la stazione che si è servito della via indiretta abbia ricevuto l'accusa di ricevuta regolamentare, sia direttamente, sia per via indiretta, della stazione mobile alla quale il radiotelegramma era destinato, o della stazione terrestre attraverso la quale doveva essere convogliato, secondo il caso.

ART. 3.

Ordine di priorità nello stabilire le comunicazioni nel servizio mobile.

§ 1 - L'ordine di priorità nello stabilire le comunicazioni nel servizio mobile è il seguente:

1° - Chiamate di soccorso, messaggi di soccorso e traffico di soccorso;

2° - comunicazioni precedute da un segnale d'urgenza;

3° - comunicazioni precedute dal segnale di sicurezza;

4° - comunicazioni relative ai rilievi radiogoniometrici;

5° - tutte le altre comunicazioni.

§ 2 - Per la trasmissione dei radiotelegrammi considerati al numero cinque, l'ordine di precedenza, è come principio, il seguente:

1° - radiotelegrammi di Stato;

2° - radiotelegrammi relativi alla navigazione, ai movimenti e ai bisogni delle navi, alla sicurezza e alla regolarità dei servizi aerei, e radiotelegrammi contenenti osservazioni sul tempo destinati a un servizio ufficiale di meteorologia;

3° - radiotelegrammi di servizio relativi al funzionamento del servizio radioelettrico o a radiotelegrammi precedentemente scambiati;

4° - radiotelegrammi della corrispondenza pubblica.

ART. 4.

Ricezione incerta. Trasmissione per « amplificazione ». radiocomunicazioni a grande distanza.

§ 1 - (1) - Quando nel servizio mobile la comunicazione diviene difficile, le due stazioni in corrispondenza si sforzano di assicurare lo scambio del radiotelegramma in corso di trasmissioni. La stazione ricevente può domandare fino a due volte la ripetizione di un radiotelegramma la cui ricezione è

incerta. Se questa tripla trasmissione rimane senza risultato, il radiotelegramma viene conservato in attesa di un'occasione favorevole per terminarlo che possa sopravvenire.

(2) - Se la stazione trasmittente ritiene che non le sarà possibile ristabilire la comunicazione con la stazione ricevente entro le 24 ore, essa agisce come segue:

a) - La stazione trasmittente è una stazione mobile.

Essa fa conoscere, immediatamente, al mittente la causa della non trasmissione del suo radiotelegramma. Il mittente può allora domandare:

1° - che il radiotelegramma sia trasmesso con l'intermediario di un'altra stazione terrestre, o con l'intermediario di altre stazioni mobili;

2° - che il radiotelegramma sia trattenuto fino a che possa essere trasmesso senza aumento della tassa;

3° - che il radiotelegramma sia annullato.

b) - La stazione trasmittente è una stazione terrestre.

Essa applica al radiotelegramma le disposizioni dell'art. 30 del Regolamento Generale.

§ 2 - Quando una stazione mobile trasmette ulteriormente il radiotelegramma essa ha così trattenuto alla stazione terrestre che lo ha ricevuto incompletamente, o ad un'altra stazione terrestre della stessa amministrazione o della stessa impresa privata, questa nuova trasmissione deve comprendere la menzione di servizio « amplificazione » nel preambolo del radiotelegramma, e la detta amministrazione o impresa privata non può reclamare che le tasse relative ad una sola trasmissione. Le spese supplementari che possono risultare eventualmente dal percorso sulle vie di comunicazione della rete generale tra questa « altra stazione terrestre » con l'intermediario della quale il radiotelegramma è stato convogliato, e l'Ufficio di destinazione, possono essere reclamate dalla detta « altra stazione terrestre » alla stazione mobile d'origine.

§ 3 - Quando la stazione terrestre incaricata secondo l'indirizzo del radiotelegramma, di effettuare la tramissione di questo non può raggiungere la stazione mobile di destinazione, e se essa ha delle ragioni di supporre che questa stazione mobile si trova nel raggio di azione di un'altra stazione terrestre dell'amministrazione o dell'impresa privata da cui essa stessa dipende, essa può, se non risulterà nessuna percezione di tassa supplementare, dirigere il radiotelegramma su quest'altra stazione terrestre.

§ 4 - (1) - Una stazione del servizio mobile che ha ricevuto un radiotelegramma senza averne potuto accusare la ricezione nelle condizioni normali deve cogliere la prima occasione favorevole per farlo.

(2) - Quando l'accusa di ricevuta di un radiotelegramma scambiato tra una stazione mobile e una stazione terrestre non può essere dato direttamente, viene inviato, se nessuna percezione di tassa supplementare nè può risultare, con l'intermediario di an'altra stazione terrestre della stessa amministrazione

o impresa privata, o appartenente ad un'altra amministrazione o inpresa privata con le quali un accordo particolare sia stato concluso a questo riguardo.

§ 5 - (1) - Le amministrazioni si riservano la facoltà d'organizzare un servizio di radiocomunicazioni a grande distanza tra stazioni terrestri e stazioni mobili, con accusa di ricevuta differita o senza accusa di ricevuta.

(2) - Quando vi è dubbio sull'esattezza di una parte qualunque di un radiotelegramma trasmesso secondo l'uno o l'altro di quei sistemi, si scrive sul foglio di ricezione rimesso al destinatario l'annotazione, « ricezione incerta » e le parole o gruppi di parole incerti sono sottolineati. Se delle parole mancano, si lasciano degli spazi nei punti dove dovrebbero trovarsi queste parole.

(3) - Quando, nel servizio di radiocomunicazioni a grande distanza con accusa di ricevuta differita, la stazione terrestre trasmittente non ha ricevuto, entro un termine di 10 giorni, l'accusa di ricevuta di un radiotelegramma che essa ha trasmesso, essa nè informa il mittente del detto radiotelegramma.

ART. 5.

Radiotelegrammi da rispedire per via postale ordinaria o aerea.

§ 1 - (1) - I radiotelegrammi possono essere trasmessi da una stazione costiera a una stazione di bordo, o da una stazione di bordo ad un'altra stazione di bordo, al fine di una rispedizione per via postale ordinaria o aerea, da effettuarsi a partire da uno scalo della stazione ricevente.

(2) - Questi radiotelegrammi non comportano alcuna ritrasmissione tra stazioni di bordo.

§ 2 - Le disposizioni precedenti non sono obbligatorie per le amministrazioni che dichiarano di non ammetterle.

§ 3 - L'indirizzo di questi radiotelegrammi deve essere compilato come segue:

1° - Indicazione di servizio tassata « Posta » o « PAV » seguita dal nome del porto dove il radiotelegramma deve essere rimesso alla posta.

2° - Nome e indirizzo completo del destinatario;

3° nome della stazione di bordo che deve affettuare il deposito alla posta;

4° - se del caso, nome della stazione costiera.

Esempio: Posta (o PAV) Buenosaires-Martinez 14 Calle Prat Valparaiso Avon Landsendradio.

§ 4 - Oltre alle tasse radiotelegrafiche fissate all'art. 2, parag. 1, del presente Regolamento, si percepisce una somma di quaranta centesimi (O fr. 40) per l'affrancatura postale ordinaria del radiotelegramma, o di un franco e venticinque centesimi (1 fr. 25) per coprire le spese di recapito per posta aerea.

ART. 6.

Ritrasmissione da parte delle stazioni di bordo.

§ 1 - Le stazioni di bordo devono, se il mittente lo richiede, servire d'intermediario per lo scambio dei radiotelegrammi provenienti, o a destinazione di altre stazioni di bordo; tuttavia, il numero delle stazioni di bordo intermediarie è limitato a due (vedi anche art. 2 parag. 9 del presente Regolamento).

§ 2 - La tassa relativa al transito, tanto nel caso in cui intervengono due stazioni intermedie, come in quello in cui una sola stazione assicura il transito, è uniformemente fissata a quaranta centesimi (O fr. 40) per parola pura e semplice, senza percezione di un minimo. Quando sono intervenute due stazioni di bordo, questa tassa è divisa fra di loro per metà.

§ 3 - I radiotelegrammi convogliati come è detto di sopra, devono portare prima dell' indirizzo l' indicazione di servizio tassata - RM - (ritrasmissione).

ART. 7.

Applicazione della convenzione telegrafica internazionale, e del regolamento di servizio annesso, ai radiotelegrammi.

§ 1 - Le disposizioni della Convenzione radiotelegrafica internazionale, e del Regolamento di servizio annesso, sono applicabili ai radiotelegrammi in quanto le prescrizioni della Convenzione radiotelegrafica internazionale e dei Regolamenti annessi non vi si oppongono.

§ 2 - Le disposizioni del parag. 3 dell'art. 81 del Regolamento di servizio annesso alla Convenzione radiotelegrafica internazionale non sono applicabili alla contabilità dei radiotelegrammi.

§ 3 - Ai fini dell'applicazione di questo stesso regolamento di servizio, le stazioni terrestri sono considerate come uffici di transito, salvo quando l'uno o l'altro dei regolamenti radiotelegrafici stabilisce espressamente che queste stazioni devono essere considerate come uffici d'origine o di destinazione.

§ 4 - L'art. 69 del Regolamento di servizio annesso alla Convenzione telegrafica internazionale, relativo ai telegrammi a destinazioni multiple trasmessi con la telegrafia senza filo, si applica ai telegrammi di questa categoria trasmessi per radiotelefonia come a quelli trasmessi per radiotelegrafia.

§ 5 - La parola « RADIO » essendo sempre aggiunta nella nomenclatura, al nome della stazione costiera nominata nell'indirizzo dei radiotelegrammi, questa parola non deve essere scritta, come indicazione di servizio, in testa al preambolo nella trasmissione di un radiotelegramma.

Conformemente alle disposizioni dell'art. 13 della Convenzione di Washington, il presente regolamento addizionale avrà lo stesso valore di questa, ed entrerà in vigore il 1° Gennaio 1929.

In fede di che, i plenipotenziari rispettivi hanno firmato questo regolamento addizionale in un'esemplare che resterà depositato agli Archivi del Governo degli Stati Uniti d'America, e di cui una copia sarà rimessa a ciascun Governo.

Fatto a Washington, il 25 Novembre 1927.

Seguono le stesse firme che per la Convenzione e il Regolamento generale, a accezione del Canadà, degli Stati Uniti d'America e della Repubblica di Honduras).

APPENDICE 1.

Procedura radiotelefonica internazionale.

(Vedi articolo 1 del Regolamento addizionale)

§ 1 - (1) - *Nominativi di appello* - Per le stazioni terrestri deve essere impiegato il nome geografico stesso del luogo.

(2) - Per le stazioni d'aeronave e altre stazioni mobili devono, come principio, essere impiegati i nominativi di appello radiotelegrafici, cioè per le stazioni di bordo un gruppo di quattro lettere, e per le stazioni d'aeronave un gruppo di cinque lettere, conformemente a ciò che è preveduto nella Convenzione internazionale della Navigazione aerea. Il nominativo di appello deve essere preceduto dal nome delle Compagnia proprietaria per le stazioni mobili portate da navi o da aeronavi commerciali; per esempio « Handley Page » o la parola « privata » per le stazioni mobili appartenenti a dei privati.

§ 2 - *Pronuncia dei nominativi di appello, delle abbreviazioni di servizio e delle parole* - Per questa pronuncia devono essere impiegati i nomi seguenti, molto conosciuti:

A - Amsterdam
B - Baltimora
C - Canadà
D - Danimarca
E - Eddiston
F - Francisco
G - Gibilterra
H - Hannover
I - Italia
J - Jérusalem
K - Kimberley
L - Liverpool
M - Madagascar
N - Neuchâtel
O - Ontario
P - Portogallo
Q - Québec
R - Rivoli
S - Santiago
T - Tokio
U - Uruguai
V - Vittoria
W - Washington
X - Xanthippe
Y - Yokohama
Z - Zululand

§ 3 - Si da a titolo di esempio la procedura seguente:

1° - A chiama:

Pronto B, pronto B, A chiama, A chiama, messaggio per voi, messaggio per voi, Over.

2° - B risponde:

Pronto A, pronto A, B risponde, B risponde, inviate vostro messaggio, inviate vostro messaggio, Over.

3° - A risponde:

Pronto B, A risponde, comincia messaggio, a . . . . . (destinatario) da . . . . . (mittente).

Trasmissione del messaggio

messaggio terminato, io ripeto, messaggio comincia, a . . . . . da . . . . . .

Ripetizione del messaggio

messaggio terminato, Over.

4° - B risponde:

pronto A, B risponde, vostro messaggio comincia, a . . . . da . . . . . .

Ripetizione messaggio

vostro messaggio terminato, Over.

5° - A risponde:

pronto B, A risponde, esatto, esatto, si toglie comunicazione.

6° - A toglie in seguito la comunicazione e le due stazioni riprendono l'ascolto normale.

Osservazione - Al principio di una comunicazione la formula di chiamata viene pronunciata due volte, dalla stazione che chiama e dalla stazione chiamata. Una volta stabilita la comunicazione, essa viene pronunciata una sola volta.

Direttore responsabile: Prof. G. VANNI.

1715 - 2000	175 - 150	Servizi mobili. Servizi fissi. Dilettanti.
2000 - 2250	150 - 133	Servizi mobili e servizi fissi.
2250 - 2750	133 - 109	Servizi mobili.
2750 - 2850	109 - 105	Servizi fissi.
28000 - 30000	10,7 - 10	Dilettanti ed esperienze.
30000 - 56000	10 - 5,35	Non riservata.
56000 - 60000	5,35 - 5	Dilettanti ed esperienze.
al disopra di 60000	sotto i 5 metri	Non riservate.

---

(1) - L'onda di 143 kc/sec. (2100 metri è l'onda di chiamata delle stazioni mobili che utilizzano onde lunghe persistenti.

(2) - L'onda di 333 kc/sec. (900 metri) è l'onda internazionale di chiamata dei servizi aerei.

(3) - L'onda di 500 kc/sec. (600 metri) è l'onda internazionale di chiamata e di soccorso. Essa può essere impiegata per altri usi a condizione che non disturbi i segnali di chiamata e di soccorso.

(4) - I servizi mobili possono utilizzare la gamma 550 - 1300 kc/sec. (545 metri - 230 metri) a condizione di non disturbare i servizi di un paese che utilizzi questa stessa gamma esclusivamente per la radiodiffusione.

NOTA — È stato riconosciuto che le onde corte (frequenze da 6000 a 23001 kc/sec. approssimativamente lunghezze d'onda da 50 a 13 metri circa) hanno una grande efficacia per le comunicazioni a grande distanza. Si raccomanda di riservare, come regola generale questa gamma di onde per questo scopo nei servizi tra punti fissi.

pe

in

m

m

v

l'

v
n
v

Anno VII° - N. 3. Maggio - Giugno 1928-A. VI. (N. 20 della Raccolta).

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito



SOMMARIO:

La propagazione delle onde e. m.

Col. LUIGI SACCO: Notizie sulla Radiodiffusione in Germania.

L'attenuazione delle onde radiotelegrafiche sopra la terra.

ABBONAMENTO.

ANNUO (6 numeri). . . . L. 12

UN NUMERO SEPARATO . . L. 3

Inviare l'importo a mezzo vaglia alla DIREZIONE DELL' ISTITUTO R. T. ED E. DEL GENIO MILITARE, Viale Mazzini 8. ROMA (149)

Roma, Tipo-Lit. Off. R.T. ed E. del Genio Mil. N. 15 - 1928-VI.

Anno VII - N. 3. (N 20 della Raccolta) Maggio - Giugno 1928 - Anno VI.

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO
DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

Diretto dal Prof. G. VANNI

La propagazione delle onde e. m.

Crediamo di far cosa grata ai nostri lettori pubblicando la presente relazione presentata da L. W. Austin *alla Riunione della Unione Internazionale di R. T. Scientifica tenuta a Washington nell'Ottobre 1927, e pubblicata nel numero di Marzo u. s. dei « Proceedings of the Institute of Radio Engineers », nella quale l'illustre autore riferisce sugli studi compiuti dalla speciale commissione da lui presieduta sull'importante problema della propagazione delle onde e. m.. Essa espone in maniera succinta i risultati delle esperienze compiute nei vari paesi per una migliore conoscenza di tale problema e può dirsi che riassuma tutte le cognizioni che si hanno attualmente intorno all'interessante argomento.*

LA DIREZIONE

Relazione di L. W. Austin alla Riunione della Unione Internazionale di R. T. Scientifica tenuta a Washington nell'Ottobre 1927.

Il lavoro della Commissione incaricata dello studio della propagazione delle onde e. m., che fu nominata nella ultima Assemblea Generale della Unione Internazionale di Radiotelegrafia Scientifica

tenuta in Bruxelles nel 1922, copre un così lungo campo di ricerche che sembra opportuno ridurre questa relazione ad una discussione intorno a quegli argomenti sui quali i diversi autori non sono interamente d'accordo, e quelli nei quali non si sono potute stabilire delle conclusioni definitive.

Una considerevole parte del lavoro che deve essere discusso non è stata fatta direttamente dalla Unione ed alcune delle ricerche citate sono state fatte in paesi che non fanno parte della organizzazione.

Teoria della propagazione delle onde.

La teoria della propagazione delle onde e. m. è stata molto sviluppata dopo l'ultima Assemblea dell'Unione dal lavoro di Larmor[1] sulla rifrazione ionica, seguito dal quello di Appleton e Barnett[2] in Inghilterra e di Nichols e Schelleng[3] in America, i quali hanno indipendentemente sviluppato una teoria sull'azione del campo magnetico terrestre sulla velocità di fase delle onde e. m. in un mezzo ionizzato, come si ritiene che sia lo strato di Kennelly-Heaviside.

Da tali lavori risulta che lo strato ionizzato agisce allo stesso modo di un cristallo di quarzo nei fenomeni ottici; ossia vi è una rotazione del piano di polarizzazione e una doppia rifrazione per le trasmissioni ad angolo retto con esso. Se, come sembra più probabile, gli elementi portanti mobili dello strato ionizzato sono elettroni, ne consegue altresì che vi debba essere una zona di assorbimento per una lunghezza d'onda di circa 214 metri. Il Sig. Meissner[4] di Berlino ha studiato sperimentalmente questa zona di assorbimento, ma non è riuscito a scoprire nessun marcato aumento di assorbimento in prossimità di tale lunghezza d'onda. È noto però che la portata diurna delle stazioni di lunghezza d'onda compresa tra 150 e 250 metri è minore della portata di quelle aventi lunghezza d'onda considerevolmente maggiore o minore.

Misure di intensità di campo.

Misure assolute di intensità di campo a distanze troppo grandi per consentire l'uso di semplici strumenti di misura, termoelementi, etc., risultano essere tra le più difficili misure fisiche.

In tutti i metodi praticamente adottati, viene fatto un paragone tra il segnale che si vuol misurare ed un segnale prodotto artificialmente da un generatore locale ad alta frequenza. Ciò si verifica anche per il sistema di misura di onde lunghe adottato dal Bureau of Standards; perchè, quantunque in questo caso il paragone diretto sia fatto con segnali ad audio frequenza prodotti artificialmente, la taratura per le determinazioni assolute deve essere ottenuta per mezzo di un generatore locale a radio-frequenza.

La grande difficoltà in tutti i vari metodi usati sta nella produzione locale di un certo segnale in antenna, il quale sia sufficientemente debole per poter essere paragonato col segnale da misurare. Le specifiche cause di errore, insieme alle difficoltà di ottenere un'attenuazione determinata del segnale artificiale per mezzo di resistenze, trasformatori di corrente, o mutue induttanze, consistono nella possibile presenza di accoppiamenti parassiti sia capacitativi che induttivi, che non possono in generale venire rimossi se non con una accurata schermatura. A tali errori di taratura che sono spesso difficili a rivelare, devono quasi certamente attribuirsi le notevoli differenze, qualche volta fin nel rapporto da cinque a uno, nei risultati ottenuti dai diversi sperimentatori.

Sembrerebbe che un paragone diretto, tra i diversi tipi di apparati, nella misura di uno stesso segnale offra il miglior mezzo per diminuire la possibilità di errore. Tali paragoni [5] sono stati già fatti tra gli apparati ad onde lunghe della Radio Corporation d'America, quelli dei laboratori della Bell Telephone Co., e del Bureau of Standards. Sarebbe desiderabile venissero proseguiti questi paragoni tra tutti i tipi di misuratori di intensità di campo attualmente in uso.

Segnali a distanze moderate (sotto i 1500 Km.). — I lavori di Austin [6] (esperimenti di Brant Rock e Arlington) indicavano una regolare diminuzione nelle forze dei segnali col crescere delle distanze nel caso di trasmissione diurna sul mare con lunghezze d'onda comprese tra 1000 e 4000 metri. Tale diminuzione può approssimativamente essere espressa dalla nota formola di trasmissione di Austin-Cohen.

I recenti esperimenti diurni di Hollingworth [7] in Inghilterra e

Scozia colla stazione di St. Assise (F T) con la lunghezza d'onda di 14,000 m., e riferentisi a propagazioni compiute per la massima parte su terra, mostrano, d'altra parte con somma evidenza la presenza di fenomeni di interferenza tra le onde che si propagano lungo il terreno e le onde riflesse nell'atmosfera; fenomeni che danno origine a ben mercati massimi e minimi di intensità col crescere delle distanze, cosicchè l'intensità del campo di ricezione ad Abeerden per es. ad una distanza di 1000 Km.; risulta circa tre volte quella di Manchester a 650 Km.

Le misure che sono state fatte in Washington con le stazioni transatlantiche della Radio Corporazione di America, in New Brunswick, N. J. (281 Km.); Tuckerton, N. J. (251 Km.); Rocky Point, L. I. (435 Km.); e Marion, Mass. (660 Km.); tutte con onde comprese tra 11.500 e 16.100 metri, non hanno mostrato nessun definito cambiamento periodico di intensità colla distanza, almeno durante il giorno [27]. Di notte sono evidenti i fenomeni di interferenza, inquantochè i segnali provenienti dalle stazioni a 435 e 660 Km. caddero nell'estate passata con considerevole rapidità molto al disotto dei valori diurni, mentre quelli provenienti dalle due stazioni a 281 Km. sono cresciuti leggermente di notte o rimasti costanti. I risultati dell'esperienze sono naturalmente in qualche maniera diversi da quelli fatti in Inghilterra, inquantochè i segnali sono misurati in un sol punto e le stazioni trasmittenti alle diverse distanze trasmettono con onde di varia lunghezza. Ciononostante poichè tali esperimenti, alcuni dei quali sono stati continuati per più anni, mostrano una regolare diminuzione della intensità colla distanza, durante il giorno, si può ritenere che non concordino con i risultati di Hollingworth. Sarebbe perciò da augurarsi che siano eseguite ulteriori misure in altre località, alcune delle quali possano riferirsi a trasmissioni su mare o su terreni di diverse caratteristiche. Il Comitato Inglese [27] ha riferito quanto segue per quanto riguarda il comportamento delle stazioni trasmittenti a distanze comprese tra 300 e 1000 Km. e tra 300 e 100 Km.

Distanze comprese tra 300 e 1000 Km. — (1) Nessuna polarizzazione anormale si è riscontrata durante la luce diurna in estate. - (2) Un definito ciclo al tramonto, durante dalle 2 alle 3 ore. - (3) Va-

lori notturni in generale molto diversi dei valori diurni. - (4) Nessun effetto marcato di burrasche magnetiche.

Distanze da 100 a 300 Km. — (1) Polarizzazione anormale sempre presente. - (2) Nessun ciclo al tramonto. - (3) Valori diurni e notturni quasi identici. - (4) Distinti effetti di burrasche magnetiche.

Le osservazioni di Washington [27] su stazioni ad onde lunghe hanno dato i seguenti risultati corrispondenti alle medesime gamme: fra 300 e 1000 Km. - (1) Osservazioni insufficienti. - (2) Debole ma regolare ciclo di ricezione al tramonto. - (3) Valori notturni molto diversi da quelli diurni. - (4) Distinti effetti solari e magnetici, gli stessi di quelli alle distanze più corte. Tra i 100 ed i 300 Km. - (1) Polarizzazione anormale in genere sia di giorno che di notte. - (2) Nessun ciclo regolare di ricezione al tramonto. - (3) Valori notturni generalmente poco diversi da quelli diurni, almeno di inverno. - (4) Distinti effetti solari e magnetici.

Le osservazioni inglesi ed americane sono perciò di accordo, per le più lunghe distanze sui fatti riportati ai numeri (2) e (3), mentre alle più corte distanze si è in generale d'accordo per quanto riguarda tutti i quattro numeri. Il solo punto in cui non concordano è quello del N. 4 alle lunghe distanze. Per quanto riguarda l'effetto delle burrasche magnetiche su trasmissioni a distanze tra 300 e 1000 Km. le osservazioni francesi a Meudon sulle stazioni trasmittenti di Bordeaux e Nantes (distanti rispettivamente 310 e 360 Km.) sono d'accordo con le esperienze inglesi e con quelle americane. La nostra impressione è perciò che le conclusioni che si possono trarre dalle osservazioni americane sono in qualche maniera meno positive, rispetto a tutti questi giudizi, che quelle contenute nella relazione inglese. Sembra anche che vi sia maggiore variabilità nei segnali in America durante i mesi estivi che non in Inghilterra; mentre nello stesso tempo non vi è veramente nessun grande incremento nella variabilità con l'avanzarsi dell'inverno, come è indicato nella relazione inglese, benchè vi sia in generale un considerevole aumento nella forza dei segnali. La massima variabilità in estate può raggiungere il 40 per cento, contro ad una variabilità del 10 per cento nelle osservazioni inglesi. Sono qui sotto riportate le

deviazioni percentuali medie dalle medie mensili di Brunswick (W II) per Giugno, Settembre, e Dicembre 1925; esse possono essere paragonate colle deviazioni annue percentuali medie di 3 stazioni a lunga distanza ricevute a Washington. Si vede che la stazione americana a soli 281 Km., ha quasi le stesse variabilità dei segnali delle stazioni a grande distanza.

	New Brunswich (W II) Distanza 281 Km.
1925	Variabilità dei segnali delle 10 A. M.
Giugno	17,6 per cento.
Settembre	15,6 » »
Dicembre	19,4 » »

Variabilità media annuale - Segnali delle 10 A. M.		
Bordeaux	(L Y)	19,5 per cento.
St. Assise	(F T)	20,0 » »
Buenos Aires	(L P Z)	19,0 » »

Un altro effetto che è stato osservato in America, ma apparentemente non negli altri paesi aderenti alla Unione, è la tendenza per l'intensità dei segnali di crescere, sia di giorno che di notte quando la temperatura diminuisce.

È stata specialmente degna di nota nel caso di stazioni ad onde lunghe trasmittenti a distanze inferiori a 1000 Km. durante il massimo freddo delle cosi dette ondate di freddo, quanto l'intensità cresceva talvolta a due o tre volte il valore della forza media.

Misure d'intensità di campo a grande distanza. — Misure sistematiche di intensità di segnali a grande distanza e con onde lunghe, sono state fatte da un gran numero di osservatori nei recenti anni. Fra le più importanti di queste osservazioni sono quelle di Mesny [9] in Francia, della Compagnia Marconi [10] in Inghilterra, di Baumler [11] in Germania, dell' Indian Post Office [12] in India, dell' American Telephon e Telegraph Co. [13], della Radio Corporation [27] e del Bureau of Standards [14] in America. La Compagnia Marconi ha anche organizzato uua spedizione sperimentale lungo il mondo, e la Marina Francese ha fatto delle misure in un viaggio dalla Francia a Tahiti.

Il complesso delle osservazioni, che ha rivelato alcuni fenomeni interessanti ed ha suggerito diversi interessanti problemi, ha messo in luce il fatto che i risultati ottenuti con differenti metodi di misure non sono sempre d'accordo nei loro valori medi, e che anche con uno stesso tipo di apparati c'è il pericolo di ottenere risultati diversi quando vengono usati in condizioni leggermente diverse.

Risulta da ciò che le attuali variazioni nella intensità dei segnali da giorno a notte e da mese a mese, rendono difficile il paragone delle osservazioni che non sono continuate per un lungo periodo di tempo.

Onde ultra corte. — Le osservazioni di intensità di onde ultra corte possono in generale considerarsi appena riducibili a basi quantitative. I laboratori della Bell Telephone Co.[16] hanno ciononostante ideato degli apparati di misura per tali scopi, che in mani esperte possono dare risultati abbastanza esatti.

I cambiamenti dell'intensità dei segnali col cambiamento della lunghezza d'onda e dell'ora del giorno sono così grandi tuttavia che anche con osservazioni puramente qualitative possono ottenersi molte informazioni sul comportamento di queste alte frequenze.

Le osservazioni di Taylor e Hulburt[17] durante parecchi anni ed il lavoro di vari membri del Comitato francese, sia in Francia che nelle Colonie, hanno portato molta luce intorno a tale soggetto. In generale gli osservatori sono d'accordo sul fatto che i segnali ad onde corte dopo essere stati uditi a breve distanza dalla stazione trasmittente, diventano inaudibili per distanze dipendenti dalla lunghezza d'onda, e diventano di nuovo udibili con grande intensità a più grandi distanze. Le uniche osservazioni scientifiche che contraddicono tale fatto sono quelle del Capitano Staut[27] nel Senegal. Questa assenza di zone di silenzio sembra essere confermata dalle stazioni commerciali dell'Africa tropicale. L'intera materia delle variazioni nella forza, variazione di distanza delle zone di silenzio ecc. col variare della lunghezza d'onda, ora, e stagione, può essere apparentemente spiegata completamente come dovuta alla variabile penetrazione nello strato di Kennely Heaviside, ed alle variazioni della altezza di questo.

Formole di propagazione. — Formole empiriche per la propagazione delle onde lunghe sono state date da Eckersley [10] (basate sulla ricerca teorica di Watson) e da Austin e Cohen [6] (basate sulla espressione hertziana dell'intensità del campo a distanza da un oscillatore, con l'aggiunta di un termine empirico di forma esponenziale per tener conto dell'assorbimento). Fuller [18] ed Espenschied, Anderson e Bailey [13] hanno anche proposto dalle formole nelle quali sono stati dati diversi valori alle costanti del termine esponenziale nella formola di Austin-Cohen.

In seguito alla scoperta della grande variabilità dell'intensità dei segnali nelle diverse condizioni, l'interesse generale per le formole di propagazione è grandemente diminuito perchè è evidente che ogni formola che volesse essere molto esatta, sarebbe così complicata che ben poco valore potrebbe avere praticamente, anche se la nostra conoscenza in materia fosse tale da permettere di poterla ricavare. Si può dire che le formole proposte rappresentano, al massimo, una approssimazione quanto mai grossolana dei risultati medi ottenuti in lunghissimi periodi. Così non è stato fatto alcun tentativo per ottenere una formola applicabile alle onde ultra corte.

Evidenza della riflessione o rifrazione da uno strato atmosferico ionizzato.

Il Dr. Smith-Rose e Mr. Barfield [19] hanno fatto delle esperienze in Inghilterra sull'angolo della fronte dell'onda ricevuta. Le prime esperienze fatte con onde lunghissime, mostrano che la fronte dell'onda è praticamente verticale d'accordo colla precedente esperienza di Austin [20]. Ciò può essere spiegato come dovuto all'azione della terra come riflettore, a causa della sua alta conduttività, che neutralizza l'effetto di ogni componente orizzontale del campo elettrico dell'onda in arrivo. Quando questi esperimenti furono ripetuti con le onde usate dalle stazioni di radio diffusione circolare (300 - 500 m.) fu trovata una considerevole deviazione della verticale.

Furono anche fatte esperienze nello stesso tempo sulla forza relativa dei segnali con antenne verticali ed a quadro. Queste misure su onde di 386 metri a distanza di 124 Km., mostrano che l'onda discendente può fare ogni angolo compreso tra 13° e 34° colla verti-

cale. L'angolo di 34 gradi corrisponderebbe ad una altezza dello strato riflettente di 88 Km. il che è d'accordo con la deduzione fatta in base ad altre misure, mentre l'angolo più piccolo sarebbe dovuto a riflessioni multiple o forse a riflessioni da un altro strato.

Le misure hanno anche indicato che la intensità dell'onda discendente è dello stesso ordine di quella dell'onda propagantesi lungo il terreno.

Ulteriori ricerche sulla natura del campo elettromagnetico in una stazione ricevente, sono state fatte in Inghilterra da Appleton e Barnett [21]. I loro esperimenti erano basati sul fatto che il fenomeno della fluttuazione (fading) è maggiore in un quadro anzichè in un'antenna verticale, poichè la componente orizzontale di un'onda discendente con qualunque angolo avrebbe effetto su un quadro ma non su una antenna verticale. Dal rapporto degli effetti di fluttuazione osservati con un quadro a quelli osservati con un'antenna verticale, è possibile calcolare l'angolo di un'onda discendente. Esperimenti tra Londra e Cambridge davano un'angolo di 60 ÷ 70° gradi con il terreno. Esperimenti tra Bournemouth e Oxford, nei quali la lunghezza d'onda veniva gradatamente aumentata da 385 a 395 metri davano sette successivi massimi e minimi d'interferenza. Ciò starebbe ad indicare un'altezza dello strato riflettente tra 80 e 90 Km. In esperienze posteriori furono ottenute registrazioni fotografiche dei segnali massimi e minimi. In questi casi le osservazioni erano continuate anche la notte e mostravano che l'altezza dello strato riflettente aumentava gradatamente da subito dopo il tramonto fino al periodo immediatamente prima dell'alba. Dopo l'alba essa cadeva rapidamente e l'intensità dell'onda discendente gradatamente diminuiva fino a divenire inapprezzabile.

Allo scopo di determinare l'attenuazione del raggio diretto rispetto all'onda riflessa dallo strato ionizzato, misure diurne sulla variazione della intensità dei segnali colla distanza sono state fatte in Inghilterra da G. A. Ratcliffe e M. A. F. Barnett [22] su trasmissioni da Daventry (1600 m.) ed a 2 L O (260 m.). Queste osservazioni furono in stretto accordo colla teoria di Sommerfield per trasmissioni sopra terra per distanze superiori a 10 volte la lunghezza d'onda, benchè deviazioni dalla teoria fossero trovate a minori distanze. In queste esperienze fu adoperato il valore della

resistività del terreno trovato precedentemente da Smith-Rose e Barfield [19]. Questi esperimenti insieme con quelli della fluttuazione precedentemente descritti hanno mostrato un coefficiente di attenuazione per rifrazione del 30 % nell'onda riflessa.

Un lavoro sulla polarizzazione delle onde e. m. è stato svolto recentemente in America da Pickard [23] e da Alexanderson [24] i quali, usando delle aste inclinate e antenne riceventi orizzontali e verticali hanno trovato, per le più corte gamme di lunghezza d'onda, che la componente orizzontale dell'onda ad una certa distanza può diventare molto più forte della componente verticale. Essi hanno anche trovato che tale effetto è quasi indipendente dalla posizione verticale ed orizzontale dell'antenna trasmittente. Mr. Alexanderson riporta anche dei cambiamenti periodici nel rapporto dei campi orizzontali e verticali, coll'aumento della distanza. Ciò corrisponde alle frange di interferenza di Appleton.

Estesi esperimenti sulle onde ultra corte a grandi distanze fatti da Taylor e Hulburt, basati sulle distanze delle zone di silenzio e dei segnali a diverse lunghezza di onda di giorno e di notte, e da esperienze di Breit e Tuve [25] con onde persistenti modulate di 70 metri di giorno ad una distanza di sole 8 miglia, ed usando un'effetto di eco, hanno dato ulteriori informazioni sull'altezza dello strato ionizzato.

Tutte le osservazioni nel loro complesso mostrano che i percorsi delle onde nella parte superiore dell'atmosfera sono tanto più bassi quanto più lunga è l'onda impiegata; che essi sono più bassi di estate che d'inverno. Le osservazioni di Taylor e Hulbert mostrano che detta altezza per onde ultra corte nelle notti invernali, è più di 500 Km. e per le notti estive di 300 Km. circa, mentre i corrispondenti valori durante il giorno sono considerevolmente più bassi. Breit e Tuve trovano per l'onda di 70 metri in estate, e per trasmissioni diurne un'altezza compresa tra 80 e 250 Km. I risultati di Appleton nella gamma usata dalle stazioni di radiodiffusione danno per le notti estive un'altezza di circa 90 Km. In una recente lettera alla « Nature » egli stima a 250 - 350 i valori delle altezze nelle notti invernali, valori che cadono a 90 Km. durante il giorno. Ciò, egli pensa, può indicare la esistenza di un secondo strato.

Variazioni apparenti di direzione dei segnali r. t.

I Comitati Inglese, Francese e Americano, hanno tutti eseguito delle estese osservazioni durante parecchi anni sulle variazioni di direzione apparente delle stazioni trasmittenti.

Effetto della lunghezza d'onda sulle variazioni. — Tralasciando le onde ultra corte e considerando solo quelle da 300 metri in su, il Comitato Inglese non considera nessuna sicura variazione nell'ammontare della deviazione dovuta alla lunghezza d'onda, benchè alcune differenze siano state osservate nel comportamento di tali stazioni, differenze che possono, ciò nonostante, essere dovute alla natura del terreno sul quale passano le onde. Le osservazioni francesi ed americane non sono del tutto d'accordo su ciò, perchè da esse risulta possibile la esistenza di una più grande tendenza di variazione coll'aumentare della lunghezza d'onda. A tale riguardo il Comitato Francese riferisce che le osservazioni eseguite a Meudon, per la direzione di Bordeaux, alla distanza di 515 Km. e con onda di 23,400 metri, mostrano un valore settimanale massimo di deviazione fino a $20 \div 25°$ che in qualche caso può raggiungere anche 90°, mentre con onda di 18,900 m. i massimi settimanali sono compresi tra 10 e 15 gradi. Nel caso di Nauen, distanza circa 900 Km., l'onda di 13,000 metri dà un massimo settimanale di deviazione da 7 a 15 gradi e l'onda di 18,000 metri dava un angolo compreso tra 0 e 30 gradi. Ciò, io penso, è d'accordo con il fatto che piccole variazioni di lunghezza d'onda producono spesso grandi cambiamenti nel rilevamento.

Effetti della distanza. — Secondo le osservazioni Inglesi, per distanze tra 15 e 20 miglia, le variazioni notturne di direzione sono piccole e non molto diverse da quelle di giorno. Sopra le 30 miglia, nel caso di propagazione su terra, grandi variazioni sono state osservate con tutte le lunghezze d'onda, variazioni che crescono fino a 150 miglia. Nel caso di propagazioni sul mare, queste rispettive distanze sono all'incirca triplicate. Per distanze ancora più grandi, sembra esservi una tendenza delle variazioni a diminuire fino a che, per 3000 miglia o più, l'ammontare delle variazioni si riduce a soli 3 gradi circa sia di giorno che di notte. Le osserva-

zioni americane delle stazioni europee a grande lunghezza d'onda, mostrano delle variazioni notturne comprese tra 6 e 12 gradi mentre quelle diurne sono comprese tra 2 e 3 gradi. Il rapporto francese fa menzione di una tendenza delle variazioni notturne delle onde lunghe a mantenersi per periodi considerevoli dalla stessa parte del vero rilevamento.

Cause delle variazioni. — Sembra che ora sia generalmente accettato che le variazioni notturne siano originate da un'onda che discende obliquamente dall'alta atmosfera con il fronte così inclinato, che le linee di forza magnetica taglino tanto la parte alta e bassa del quadro come i lati di questo. Prove di onde discendenti aventi tali caratteristiche sono già state date a proposito della discussione sullo strato ionizzato e recenti esperienze inglesi hanno dimostrato che la variazione notturna è quasi del tutto eliminata da un radio goniometro costituito da quattro aste verticali tipo di quelle usate da Hertz come oscillatori con connessioni che vanno dalle interruzioni nel loro punto medio di osservazione al centro del sistema dove sono collegate ai primari incrociati di un goniometro Bellini-Tosi. Questo dispositivo è lo sviluppo del sistema Adcock, ed è equivalente ad un quadro rotante senza parti orizzontali.

Esperienze del Comitato Inglese hanno anche mostrato che la forma dell'antenna trasmittente non ha una funzione importante per quanto riguarda la produzione di deviazioni notturne di direzione.

Attività solare, burrasche magnetiche e fenomeni radio.

In America il lavoro di Espenschield, Anderson e Bailey [13] ha mostrato una connessione tra le burrasche magnetiche e le trasmissioni radio transatlantiche che producono frequentemente una riduzione dei segnali durante la notte e probabilmente un debole aumento durante il giorno.

Più recentemente Pickard sviluppando le proprie osservazioni fatte per la banda di frequenze di radiodiffusione e le osservazioni di altri, ed impiegando speciali metodi per l'analisi del suo materiale, ha messo in chiara evidenza la dipendenza dei fenomeni radio

elettrici dall'attività solare. Il suo lavoro indica una diminuzione dei segnali notturni coll'aumentare del numero delle macchie solari per le lunghezze d'onda delle stazioni di radiodiffusione, ed un aumento per le onde ultra corte.

Austin, adoperando osservazioni di intensità di campo fatte dal Bureau of Standards sin dal 1915 ha mostrato che i segnali diurni con onde lunghe transatlantiche, quando se ne fa la media per diversi mesi, seguono in una maniera generale il numero delle macchie solari con il loro ciclo di cambiamento con periodo di 11 anni. Questo risultato può essere stabilito solamente come probabile tra il 1915 ed il 1922, tenendo conto dei possibili errori nella misura di segnali, ma dal principio del 1922 l'aumento dell'intensità dei segnali coll'aumento dell'attività solare deve essere considerata come sicura.

In Inghilterra una dipendenza tra burrasche magnetiche e segnali è stata notata con stazioni corrispondenti tra 100 e 300 Km., ma non a più grandi distanze. In Francia non è stata rilevata nessuna dipendenza nè dall'attività solare nè dalle burrasche magnetiche.

Alcune delle questioni che sono state suggerite dal materiale sperimentale raccolto sono:

1) - La propagazione delle onde da Est ad Ovest differisce da quella da Ovest ad Est come indicano i risultati degli esperimenti Marconi?

2) - Vi è un limite di lunghezza d'onda per il quale la propagazione su terra è praticamente identica a quella su mare?

3) - La trasmissione su terra su certe parti del mondo differisce matematicamente da quella in altre parti?

4) - Vi è una differenza di propagazione lungo od attraverso il campo magnetico terrestre?

5) - Quali sono le cause della ionizzazione dello strato riflettente?

6) - Esistono delle onde, al di là di una certa frequenza, le quali non fanno ritorno alla superficie della terra?

7) - Rimane anche la questione della correlazione tra le radio trasmissioni, l'attività solare, e le variazioni del campo magnetico terrestre, e come essa possa essere differente per le varie lunghezze d'onda e per le varie parti della terra.

BIBLIOGRAFIA

1. - J. LARMOR. Philosophical Magazine, 48, 1025; 1924.
2. - E. V. APPLETON and M. BARNETT. Proc. Phys. Society, London, 37, 22 D, 1925; and Electrician (London), 94, 398, 1925.
3. - H. W. NICHOLS and J. O. SCHELLENG. Bell System Technical Jour, 4, 215; 1925.
4. - A. MEISSNER. E. N. T., 3, 321; 1926.
5. - L. W. AUSTIN. Proc. I. R. E., 14, 663; 1926.
6. - L. W. AUSTIN. Bulletin of the Bureau of Standards, 7, 315; 1911; 11, 69; 1914, and Proc. I. R. E., 14, 377; 1926.
7. - J. HOLLINGWORTH. Journal I. E. E. (London), 64, 579; 1926.
8. - L. W. AUSTIN. Proc. I. R. E. 12, 681; 1924.
9. - R. MESNY. L'Onde Electrique, 1, 54; 1922; 2, 296, 599; 1923; 3, 43, 374, 551, 599; 1924; 4, 252, 350, 555; 1925; 5, 186, 223; 1926.
10. - H. J. ROUND, T. L. ECKERSLEY, K. TREMELLEN and F. C. LUNNON. Journal I. E. E. (London), 63, 933; 1925.
11. - M. BAUMLER. Proc. I. R. E. 13, 5; 1925.
12. - P. J. EDMUNDS. London Elec., 91, 164; 1623.
13. - L. ESPENSCHIED, C. N. ANDERSON and. A. BAILEY. Proc. I. R. E., 14, 7; 1926; also C. ENGLUND, Proc. I. R. E., 11, 26; 1923.
14. - L. W. AUSTIN. Proc. I. R. E. 12, 389; 1924; 13, 151, 283; 1925; 14, 663; 1926; and special reports.
15. - M. GUIERRE. Radio Review, 2, 618; 1921.
16. - H. T. FRIIS E. BRUCE. Proc. I. R. E. 14, 507; 1926; also HEISING, SCHELLENG SOUTHWORTH. Proc. I. R. E. 14, 613; 1926.
17. - A. H. TAYLOR and E. O. HULBURT. Physical Review, 27, 189; 1926.
18. - L. F. FULLER. Trans. A. I. E. E., 34, 567 and 809; 1915.
19. - R. L. SMITH-ROSE and R. H. BARFIELD. Proc. Royal Society (A), 107, 587; 1925 and 110, 580; 1926.
20. - L. W. AUSTIN. Jahrb. drahtlosen Tel. 18, 45; 1921.
21. - E. V. APPLETON and M. BARNETT. Proc. Royal Society (A) 109, 621 and 113, 450; 1926.
22. - G. A. RATCLIFF and M. BARNETT. Proc. Cambridge Phil. Soc. 23, part 3; 1926.
23. - G. W. PICKARD. Proc. I. R. E., 14, 205; 1926.
24. - E. ALEXANDERSON. Jour. A. I. E. E., 45, 636; 1926.
25. - G. BREIT and M. TUVE. Physical Review E H 28, 554; 1926.
26. - E. V. APPLETON. Nature, Sept. 3; 1927.
27. - Special U. R. S. I. Reports.
28. - G. W. PICKARD. Proc. I. R. E., 15, 83; 1927 and 749; 1927.
29. - L. W. AUSTIN. Proc. I. R. E. 15, 825; 1927.

Notizie sulla Radiodiffusione in Germania [1]

A) - *Stato attuale e indirizzo generale.*

La radiodiffusione in Germania si è iniziata nell'ottobre 1923 con l'mpianto di un trasmettitore Telefunken da 0,7 Kw. a Berlino, seguito poi subito da altri 12 nel 1924, di cui 10 da 0,7 Kw. uno da 1 Kw. e uno da 2 Kw. Alla fine del 1925 ed al principio del 1926 la potenza dei principali trasmettitori venne portata a 4 Kw. ed attualmente la rete comprende complessivamente 23 stazioni e cioè: una stazione da 30 ÷ 40 Kw. a Zeesen (a 30 Km. da Berlino); una di 20 Kw. a Langenberg in Renania; una da 8 Kw. a Königswusterhausen (presso Berlino); otto da 4 Kw. a Breslavia, Francoforte, Amburgo, Königsberg, Monaco, Lipsia, Colonia, Stoccarda; 12 trasmettitori intermedi (ripetitori) da 0,7 Kw. a Stettino, Gleiwitz, Kassel, Brema, Hannover, Kiel, Norimberga, Kaiserläuten, Dresda, Münster, Friburgo, Aachen.

Scopo dei trasmettitori intermedi è quello di ripetere la trasmissione delle stazioni più potenti nelle regioni male servite da esse, cioè nelle loro zone di silenzio. Questi ripetitori sono collegati con fili alle stazioni principali e trasmettono le stesse produzioni con onda diversa e in generale più corta.

Per non aumentare troppo questi trasmettitori intermedi le stazioni principali vennero appunto rinforzate, sia portando la loro potenza a 4 Kw. sia aumentando l'altezza radiativa degli aerei e situandole in località adatte ad una buona irradiazione. La potenza indicata intendesi sull'aereo in corrispondenza dell'onda di riposo (senza modulazione).

Le stazioni di radiodiffusione sono di proprietà del Governo che le dà in concessione a varie Società di radiodiffusione regionali, 10 in tutto. È noto che il solo provento delle società esercenti è costituito dagli abbonamenti, che ammontare a oltre 2,000,000 e

(1) Notizie avute in una visita in Germania nel novembre 1927, e, dalla « Telefunken Zeitung » numeri 44 - 45 - 46.

rendono 2 marchi ciascuno al mese. Sono oltre 200,000,000 di lire all'anno di entrate, ciò che giustifica le spese ingenti di cavi telefonici e di stazioni potenti, sostenute dalle Società.

Il programma di costruzioni sembra per ora limitato alle 23 stazioni sopracitate, ma i tecnici tedeschi non cessano di studiare nuovi perfezionamenti tendenti a popolarizzare la radio, ad estenderne cioè l'uso in ogni casa, sia col ridurre il costo e la complicazione degli apparati di ricezione, sia studiando di sempre maggiormente interessare gli ascoltatori con la sempre maggiore perfezione tecnica della trasmissione e con scelta accurata dei programmi a scopo sia di divertimento che di istruzione e di educazione.

Alcuni dati tecnici raccolti sulle principali stazioni-tipo tedesche figurano nella tabella qui allegata.

Tra i provvedimenti tecnici più importanti già attuati è da ricordare l'aumento della potenza irradiante dalle stazioni principali e la razionale distribuzione delle ripetitrici, ciò che permette in tutta la Germania l'uso di apparati di ricezione di debole sensibilità e di poco costo.

Allo studio sono poi altre importanti questioni tecniche, come la trasmissione di uno stesso programma a mezzo di varie stazioni lavoranti sulla stessa onda, la radiodiffusione delle immagini, il completamento acustico degli spettacoli cinematografici.

La trasmissione di molte stazioni su una stessa onda avrebbe il vantaggio di diffondere uno stesso progamma in una vastissima aerea senza tenere occupate troppe onde, come attualmente avviene con le stazioni ripetitrici.

Con varie stazioni relativamente piccole *lavoranti sulla stessa onda* e bene distribuite, si tende a raggiungere una quasi perfetta uniformità dal campo elettromagnetico in tutto il territorio nazionale; con la maggiore disponibilità di onde si potrebbero moltiplicare i programmi, naturalmente moltiplicando le stazioni ripetitrici. Con tale mezzo sarebbe quindi possibile, in ogni punto del territorio nazionale, sentire diversi programmi, ciascuno su un'onda diversa, e tutti pressapoco ugualmente bene. Con apparati riceventi sintonizzati su quelle poche onde fisse, sarebbe possibile, una volta bene regolato il ricevitore, con il semplice maneggio di un commu-

Dati sulle stazioni Tedesche per la radiodiffusione.

Stazioni	Potenza		Aereo					Onda (metri)		Resist.za (ohm)		Presa di terra (superficie m²)	Corrente d'aereo (ampère)		Forza cimomotrice (Volta)	Alberi			*Annotazioni*
	Telefonia	Telegrafia	Tipo	Lunghezza in m. circa	Larghezza in m. circa	Altezza in m.	Capacità in cm. circa	Fondamentale	Di lavoro	Complessiva	Di irradiazione (calcolata)		Telefonia	Telegrafia		Numero	Altezza in m.	Distanza in m.	
Zeesen (a 40 Km. da Berlino)	30 kw.	75 kw.	a forma di T	280	12	185	4000 (8,6 cm/m)	2100 (6,45 *l*)	1250	70	30	102.000	22	44	1130	2	210	450	La presa di terra comprende 15.000 m. di filo di bronzo del diametro di 3 m m. — L'aereo (tratto orizzontale) ha 5 fili di 7 m m; la coda ha 3 fili da 5,5 m. di bronzo fosforoso.
Stoccarda (a 6 Km. dalla città)	3 kw.	8 kw.	a forma di T	50	6	85	1.000 (8,1 cm/m)	690 (6,27 *l*)	379,7	120	51	—	4,8	8,1	324	2	100	134	La presa di terra è fatta a reticolato interrato.
Langenberg	15-22 kw.	—	a forma di T	75	8	85	1500 (9,1 cm/m)	690 (6,50 *l*)	468,8	150	36	88.000	10-22	—	690	2	100	250	La presa di terra comprende 7.500 m. di filo.

tatore, cambiare onda e programma, ottenendo in ciascuna onda un risultato ugualmente buono.

La realizzazione di tale trasmissione incontra però notevoli difficoltà, fra le quali quella della perfetta sincronizzazione delle stazioni emittenti e poi quella delle possibili interferenze tra le onde incidenti in uno stesso apparato ricevente, provenienti da trasmettitori diversi esattamente sincronizzati. Il problema è stato affrontato anche in America ed in Inghilterra, ma ancora non può dirsi risoluto per quanto sia bene avanzato.

Gli studi per la sincronizzazione sono stati in Germania basati sull'impiego degli oscillatori piloti comandati con cristalli di quarzo piezoelettrico. Secondo il Meissner la riuscita del metodo esige che le frequenze dei vari trasmettitori (dell'ordine di mezzo milione al secondo) non differiscano tra loro per più di $5 \div 10$ periodi al secondo.

Non essendo possibile ottenere tale precisione del taglio del quarzo si dovranno studiare degli artifici elettrici di correzione del periodo di oscillazione del quarzo. Tali artifici possono consistere in variazioni dell'accoppiamento tra quarzo e valvola, o nel riscaldamento del quarzo, o nella variazione delicatissima della distanza tra gli elettrodi porta cristalli. Con questi artifici si spera di ottenere le occorrenti variazioni di pochi periodi nella frequenza generata e raggiungere così il sincronismo desiderato.

Forse un'altra soluzione potrà essere data dai generatori diapason-valvola (utilizzandone le armoniche superiori) data la grande costanza di marcia di tali dispositivi (fig. 1).

Il generatore diapason-valvola, del tipo Eccles-Jordan comprende un diapason di grande precisione e sottratto ad ogni influenza esterna a mezzo di una grande cassa termostatica, che viene accoppiato ad una valvola oscillatrice secondo lo schema della fig. 1 in modo cioè da sostituire il circuito oscillante degli ordinari generatori a valvola: placca e griglia risultano infatti accoppiati tra loro con l'intermezzo del diapason, che, da una parte eccita la griglia con le f. e. m. generate dal suo movimento di fronte alla bobina di griglia *G*, e dall'altra parte viene mantenuto in movimento dalle correnti alternate prodotte nella placca e che percorrono la bobina di placca *P*. Il movimento viene regolato su un'am-

piezza minima allo scopo di avvicinarsi più che possibile alle condizioni teoriche nelle quali il periodo di oscillazione è indipendente dall'ampiezza della oscillazione e quindi costante.

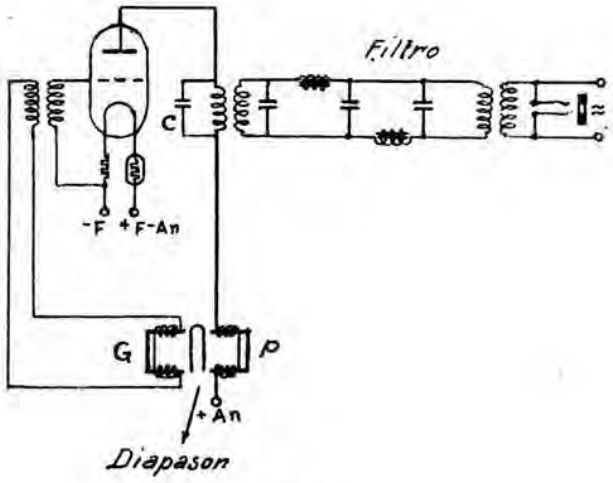


Fig. 1.

Questa costanza di marcia dei dispositivi diapason-valvola è alla base dallo studio, che è in corso, per la radiotrasmissione circolare delle immagini, possibilissima fin d'ora, e che solo nell'eccessivo costo trova un ostacolo alla sua generalizzazione.

Lo stesso dispositivo diapason-valvola sarebbe pure adoperato per il completamento acustico degli spettacoli cinematografici.

Secondo un'idea del Conte Arco, questo completamento potrebbe avvenire mediante dei generatori di frequenza locale tipo diapason-valvola, mediante i quali vari cinematografi producenti la stessa pellicola potrebbero essere sincronizzati perfettamente tra loro. Alla stazione di radiodiffusione potrebbero allora parlare una o più persone seguendo lo svolgersi di una delle pellicole sincronizzate, e la parola arriverebbe poi per radiodiffusione contemporaneamente in tutti i cinematografi nello stesso punto della pellicola, e sarebbe in essi diffusa con gli altoparlanti. Ciò potrebbe servire specialmente per conferenze educative o politiche, o comunque richiedenti la illustrazione vocale di una pellicola cinematografica.

Su questo stesso ordine di idee sono la radiodiffusione delle film cinematografiche e la radiodiffusione visiva immediata, cioè la televisione collettiva o circolare, delle quali però appena ora s'intravede la possibilità, o meglio la non impossibilità.

B) - *Il trasmettitore da 35 Kw. di Zeesen.*

L'impianto di radiodiffusione di Zeesen è considerato come il più grande d'Europa. Esso dovrà sostituire il grande trasmettitore di Königswusterhausen già conosciuto da tutti i radio amatori tedeschi ed europei. Per ragioni pratiche venne scelta la località di Zeesen, piccolo villaggio vicino a Königswusterhausen. L'impianto ordinato nell'ottobre del 1926 dal Ministero delle Poste e Telegrafi alla Telefunken ha iniziato il funzionamento il 20 dicembre u. s.

L'edificio della stazione comprende i locali di manovra (trasmissione, raddrizzatori, macchinario, amplificatori telefonici) e gli accessori (batterie, misure, officina magazzino, riscaldamento ecc.).

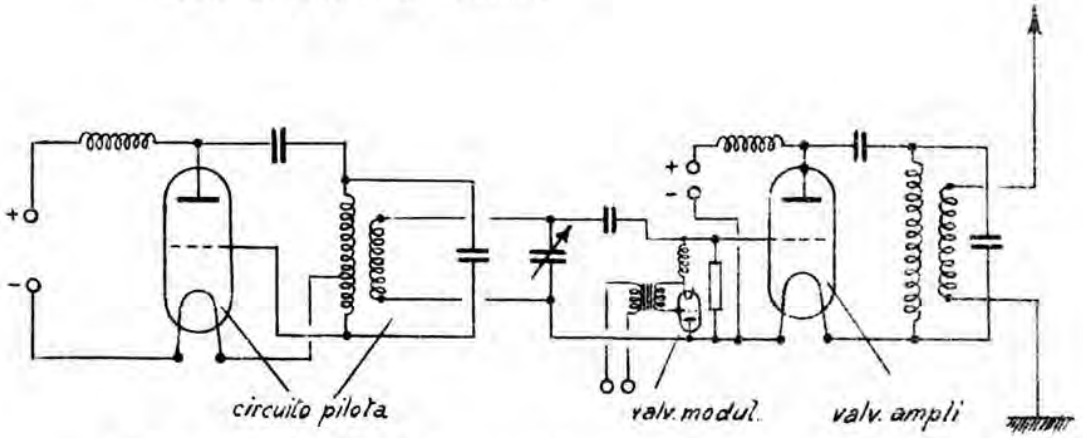
Nel prospetto, suddiviso in due piani, sono installati gli uffici; un secondo locale per amplificatori e per batterie, un piccolo auditorio e due spaziosi abitazioni per il personale di servizio. Nelle vicinanze dell'edificio è costruito un piccolo locale per la presa d'acqua dell'impianto di raffreddamento delle valvole di trasmissione.

Il trasmettitore è costruito secondo il principio dell'oscillatore, pilota ed è fornito di circuito terziario. Esso è fatto per la sola onda di 1250 metri, ma ad ogni modo ha la possibilità di variare tale onda di 100 metri in più o in meno.

Il circuito trasmettitore è suddiviso in tre stadi e precisamente in oscillatore pilota (400 w.), amplificatore intermedio e modulazione (20 Kw.) e amplificatore finale (120 Kw.) collegato questo ultimo ad un circuito oscillante (terziario) accoppiato capacitivamente all'aereo. La tensione anodica è di 10,000 per i tre stadi e viene presa dal medesimo raddrizzatore a diodi alimentato dalla rete di distribuzione trifase a 6000 v. Il primo stadio produce le oscillazioni, nel secondo queste vengono amplificate e modulate.

Le oscillazioni modulate vengono poi istradate al terzo stadio e qui amplificate ancora fino alla potenza di $30 \div 40$ Kw. Gli accoppiamenti tra i vari stadi, che sono tutti sintonizzati, sono

ottenuti con speciali dispositivi di neutralizzazione. Il circuito del 1° stadio amplificatore e modulatore è inoltre smorzato con apposite resistenze per diminuire la acuità della risonanza ed evitare così la alterazione dei rapporti di ampiezza nelle varie frequenze della banda della corrente modulata.



Schema del trasmettitore radiofonico con circuito Telefunken (Schaffer)

Fig. 2.

La modulazione è fatta col metodo Shaffer mediante una apposita valvola modulatrice secondo lo schema della fig. 2.

Questo metodo differisce notevolmente da quello Heising (fig. 3) comunemente impiegato altrove, e, secondo la Telefunken, ha su questo vari vantaggi; sia di economia, perchè il complesso modulante Heising deve essere di potenza maggiore del relativo complesso oscillante e deve essere controllato da una potenza microfonica adeguata, molto maggiore di quella occorrente per la

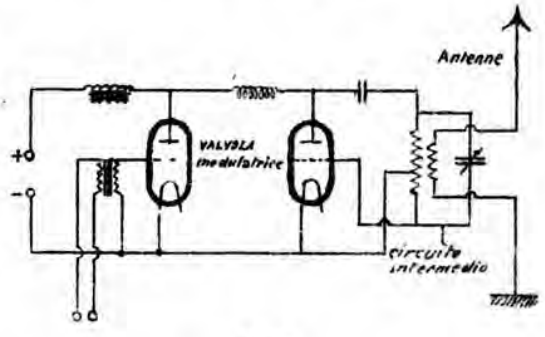


Fig. 3.

modulazione Schaffer che si effettua su uno stadio di minore potenza, e sulla griglia di tale stadio, anzichè sulla placca: sia di purezza, perchè la variazione della tensione anodica caratteristica della modulazione Heising importa una certa variazione della frequenza generata, ed una certa distorsione è pure introdotta dalla reattanza di modulazione.

Il trasmettitore impiega 12 valvole raddrizzatrici di alimentazione con raffreddamento ad acqua tipo R G 221 da 10 Kw.; una valvola R S 47 da 1 Kw. (oscillatore pilota); due valvole R S 224 con raffreddamento ad acqua da 10 Kw. (prima amplificazione); sei valvole R S 225 da 20 Kw. collegate in parallelo (seconda amplificazione); tre valvole modulatrici R V 24. e una valvola raddrizzatrice R G 49; quest'ultima per ottenere la tensione negativa di griglia delle valvole modulatrici.

Le valvole raddrizzatrici e quelle amplificatrici del 3° stadio vengono accese con un trasformatore alimentato dalla corrente di distribuzione a 6000 v. ridotta dapprima a circa 400 v. con la quale sono poi alimentati i trasformatori di accensione delle valvole. Le valvole dell'oscillatore pilota, dell'amplificatore intermedio e la valvola raddrizzatrice R G 46 vengono accese con un generatore a corrente continua di bassa tensione. La potenza disponibile all'entrata è di 600 K V A di cui però solo una parte è per ora utilizzata.

Il consumo dell'acqua per il riscaldamento di tutti i raddrizzatori e valvole importa ogni ora circa 10 m^3 ad una pressione iniziale di circa 3 atmosfere. La differenza di temperatura tra l'acqua introdotta e quella uscente non supera 10°.

La disposizione delle varie parti del trasmettitore è nuova ed analoga a quella di Langenberg; mentre i grandi trasmettitori di precedente costruzione venivano costruiti nella forma di pannelli verticali sui quali si fissavano le singole parti, in questi ultimi trasmettitori tutti gli elementi dell'alta tensione e dei circuiti di bassa e alta frequenza sono disposti separati e sparsi nella sala, in modo di essere facilmente accessibili.

Su un lungo tavolo di comando sono ordinati tutti gli apparati di registrazione, di regolazione e di manovra occorrenti per il servizio e il controllo, il registratore della temperatura dell'acqua il comando dell'interruttore dell'alta tensione, ecc.

Per alimentare il trasmettitore sono necessari i seguenti macchinari: una macchina a corrente continua di 220 volta per l'alimentazione del circuito modulatore; una macchina a 40 volta per l'accensione delle valvole oscillatrici dei due primi stadi e della valvola ausiliaria raddrizzatrice R G 46; un convertitore da 2000 volta per regolare la tensione di griglia delle valvole del terzo stadio, ed un' altra per rinforzare la tensioni anodica dell'amplificatore finale; un convertitore per la carica delle batterie, oltre naturalmente il complesso raddrizzatore di potenza per l'alimentazione anodica del terzo stadio.

È stata prevista per ogni batteria e per ogni macchina un'unità di riserva.

L'amplificatore telefonico terminale di arrivo dalle linee è disposto sul banco di comando con gli apparati divisi in due stadi accuratamente schermati e comprendenti ciascuno una valvola amplificatrice R V 24 e una R V 218. Queste valvole vengono accese con batterie di accumulatori ed alimentate con tensione anodica ricavata da un piccolo convertitore a corrente continua.

La verifica della efficacia della modulazione, necessaria per evitare le distorsioni che deriverebbero da una eccessiva modulazione, (che faccia oltrepassare il tratto rettilineo della caratteristica tensione di griglia-corrente d' aereo), è fatta da un apparato di misura analogo ad un voltmetro-valvola accoppiato all' antenna, e che misura i massimi valori istantanei della corrente modulata dell'aereo. Sono impiegate due valvole R V 218 alimentate dalle stesse batterie dell'amplificatore telefonico terminale.

Nella stazione è pure compresa un'installazione microfonica locale e un impianto amplificatore, da servire per parlare direttamente dal trasmettitore durante le prove.

Per l'aereo vennero costruite due antenne di ferro a traliccio isolate di 210 metri di altezza, distanti 450 m.; l'aereo ha la forma a T lungo circa 300 metri e largo 6 m.; capacità 3500 cm. e onda propria circa 2100 m.

Con ciò l'onda di servizio di 1250 m. corrisponde alla frazione 0,6 dell'onda propria. Questo accorciamento dell'aereo (che trasmette in poco più di mezza onda, anzichè in molto meno di un quarto d'onda come normalmente praticasi con gli ordinari impianti ad

onde lunghe), è ottenuto con condensatori Dubilier di piccolo fattore di potenza.

Gli esperimenti molto completi fatti in proposito dal Ministero P. P. T. T. germanico hanno messo in evidenza che questo sistema presenta un rendimento di irradiazione molto maggiore del normale, aumentando di molto la resistenza d' irradiazione dell' aereo. La terra vien fatta con prese di terra molto fitte e ben distribuite su una superficie di circa 750 m. di lunghezza e 300 di larghezza, che si arrotonda sui due lati in forma semicircolare.

Per auditorio la stazione di Zeesen utilizza il locale adibito a tale scopo pel trasmettitore di Berlino, nonchè il posto principale di Königswusterhausen.

A tale scopo la stazione a mezzo di un cavo speciale sarà collegata con quella di Königswusterhausen e, mediante la esistente rete di cavi telefonici, a molte delle principali città della Germania.

Ho personalmente assistito alla messa in marcia del complesso, mediante il maneggio semplicissimo del tavolo di comando che automaticamente e successivamente mette in moto le macchine, e sotto tensione le varie parti, fino all'inserzione dell'aereo.

Ho pure assistito alla sintonizzazione del circuito pilota, di sorprendente acutezza e stabilità, controllata questa da un risonatore di quarzo. Gli accoppiamenti delle bobine dei vari stadi sono tutti estremamente laschi, le bobine stesse essendo quasi esattamente perpendicolari tra loro.

Tutti i materiali impiegati rivelano la scelta minuziosa e accurata; il rendimento complessivo tra potenza presa alla rete e potenza sull'aereo è, secondo i calcoli della Telefunken, del 25 % circa.

I rendimenti parziali nelle varie trasformazioni sono molto elevati: sono, pressapoco del 36 % tra la potenza fornita agli anodi delle valvole oscillatrici di potenza e la potenza sull'aereo, e dell' 85 % circa nel rettificatore di potenza.

L'impressione generale è di ammirevole accuratezza e perfezione tecnica.

LUIGI SACCO
COLONNELLO DEL GENIO

L'attenuazione delle onde radiotelegrafiche sopra la terra

Da un articolo di R. H. BARFIELD pubblicato nel numero di Febbraio 1928 del *Journal of the Institution of Electrical Engineers*

Sommario.

L'articolo espone una serie di esperienza intese a determinare l'attenuazione delle onde e. m. sopra la terra. La intensità dei segnali emessi dalla stazione di « broadcasting » di Londra (2 L. O. $\lambda = 346$ m), sono state misurate lungo un numero di linee radiali in sette differenti direzioni, fino ad una distanza massima di 100 miglia. Basandosi su tali misure sono state tracciate le curve dell'attenuazione totale e quelle mostranti solamente l'effetto dell'assorbimento terrestre. I risultati sperimentali ottenuti sono stati allora paragonati alle curve tracciate in base alla teoria dell'attenuazione di Sommerfeld. Risulta da tali esperienze che l'attenuazione non è la medesima in tutte le direzioni, la differenza essendo molto importante, ed il paragone con la teoria mostra, per tutte le direzioni, una attenuazione considerevolmente più grande di quella che si sarebbe prevista in base al valore determinato precedentemente della conduttività della terra. Fu pensato che ambedue questi risultati dovessero attribuirsi alla natura boscosa della campagna Inglese. Per assicurarsi di ciò, fu sviluppato un metodo sperimentale per mezzo del quale poteva misurarsi direttamente la proprietà di assorbire energia da parte degli alberi isolati. I risultati ottenuti permettono di calcolare la totale energia assorbita da una determinata area boscosa, in modo da fornire un termine correttivo per la presenza di alberi, da introdurre nelle formule teoriche. Si è concluso che la massima parte della discrepanza tra la teoria di Sommerfeld ed i risultati sperimentali dovevano effettivamente attribuirsi agli effetti degli alberi e che la stessa causa offriva una

soddisfacente spiegazione ai diversi valori dell'attenuazione osservati nelle diverse direzioni; la massima attenuazione corrispondeva alle regioni più boscose e viceversa.

I risultati sperimentali mostrano che il sistema di colline incontrate nella regione investigata non esercitavano alcun effetto schermante o di altra natura. Infine misure di attenuazione su altre due lunghezze d'onda davano risultati confermanti in maniera soddisfacente quelli ottenuti in base alle esperienze principali.

Introduzione.

Lo scopo delle esperienze è stato prima quello di ottenere una più profonda conoscenza dell'attenuazione delle onde e. m., dovuta alla superficie della terra, ed in secondo luogo quello di paragonare i risultati sperimentali ottenuti con quelli dedotti teoricamente.

L'investigazione è stata fatta solamente con i cosi detti raggi terrestri. Le onde che viaggiano nelle alte regioni dell'atmosfera subiscono gli effetti della superficie della terra in tutt'altra differente maniera ed in misura molto minore. Il loro caso è escluso dalla presente discussione. La teoria dell'attenuazione delle onde e. m. da parte della superficie terrestre è stata nella maniera più completa tracciata da Sommerfeld, che ottiene formule sperimentali esprimenti la forza dei segnali in funzione della conduttività della terra e della costante dielettrica. Egli considera l'effetto della curvatura terrestre, ed è perciò necessario introdurre una correzione quando la distanza dal posto trasmittente è cosi grande che tale effetto non può essere trascurato.

Natura degli esperimenti.

Il lavoro sperimentale fu principalmente diretto a fare, a mezzo di un apparato portatile, delle misure d'intensità delle ordinarie trasmissioni emesse dalla stazione «broadcasting» di Londra (2.L.O. lunghezza d'onda m. 364) lungo un certo numero di diverse direzioni (7 in tutto) ed a distanza della trasmittente da 5 a 100 mi-

glia. Si può ritenere che di giorno entro queste distanze non vi siano aprezzabili riflessioni dall'alta atmosfera, cosicchè era ottenuta solamente l'intensità del raggio terrestre.

Poche misure a scopo di conferma furono fatte su due altre lunghezze d'onde (475 e 720 metri).

Le direzioni radiali lungo le quali venivano fatte le misure sono mostrate nella carta (fig. 7) e sono riportate nella tabella N. 1 insieme con la data e la distanza di ogni percorso.

TABELLA N. 1.

Direzione approssimata	Lunghezza del percorso (Km.)	Città più vicine alla estremità del percorso	DATA
N	115	Huntingdon	Ottobre 26
N S	140	Norwich	Settembre »
E	110	Deal	Agosto »
S S E	90	Pevensey	Ottobre »
S S O	90	Chichester	Settembre »
O	160	Bath	Maggio »
N O	160	Birmingham	Giugno »

Scelta delle località

I punti nei quali le misure venivano fatte erano scelti lontano, per quanto possibile, dagli oggetti come alberi o linee telegrafiche, capaci di produrre locali variazioni nella forza del campo.

Gli apparati venivano impiantati nel mezzo di una larga spianata o, nel caso di impianti in città, in qualche spazio aperto. Oltre tale precauzione, non si badava affatto alle caratteristiche topografiche, cioè non si sceglievano nè si evitavano colline o valli, ma venivano prese come capitavano.

Misure a Slough.

Un apparato misuratore di intensità era installato alla stazione R. T. sperimentale di Slough, allo scopo di fare delle misure di controllo. Durante gli esperimenti queste misure venivano fatte, per quanto possibile, contemporaneamente a quelle fatte con l'apparato portatile. Come risulta dalla fig. 4, queste misure di controllo mostrano che l'intensità delle radiazioni emesse dalla stazione trasmittente rimaneva sensibilmente costante nei pochi giorni durante i quali si compivano le misure lungo una direzione; ed anche la variazione durante l'intero periodo degli esperimenti non fu così grande da rendere necessaria l'introduzione a tale scopo di qualche termine correttivo.

Metodi per la misura dell'intensità

L'apparato doveva essere portatile e capace di coprire una lunga gamma di intensità. Lo schema generale degli apparati è mostrato nelle figure 1, 2 e 3.

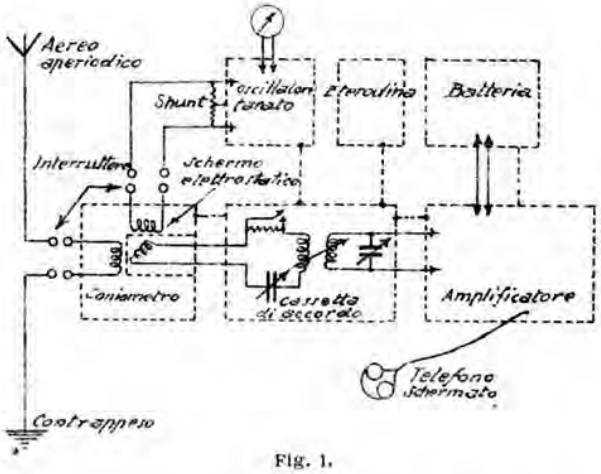


Fig. 1.

Un sottile aereo portatile alto 20 e lungo 50 piedi è connesso ad un contrappeso attraverso una bobina di campo di un radiogoniometro e rimane disaccordato. L'altra bobina di campo è con-

nessa ai morsetti di una sorgente locale (schermata) di oscillazioni che può essere mantenuta ad ampiezza costante per mezzo di una resistenza variabile inserita nel circuito oscillante, mentre una termogiunzione ed un microamperometro misura la corrente. Un interruttore montato sul radiogoniometro permette di inserire alternati-

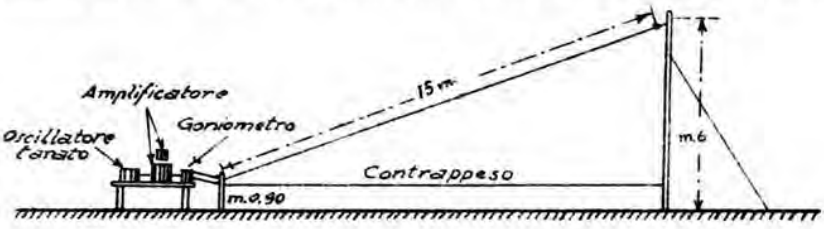


Fig. 2.

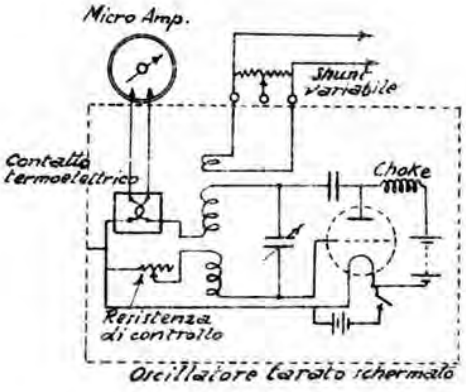


Fig. 3.

Oscillatore tarato schermato.

vamente l'una o l'altra bobina di campo. La bobina di ricerca del radiogoniometro è schermata elettrostaticamente dalle bobine di campo ed è accoppiata ad un circuito in risonanza, ma fortemente smorzato, al quale è accoppiato un circuito secondario accordato, connesso ad un ordinario amplificatore a 7 valvole. Viene usata la ricezione telefonica ed è previsto un separato oscillatore (eterodina).

Si accorda dapprima l'apparato con i segnali che devono essere misurati. L' interruttore allora è messo in posizione tale da stac-

care l'aereo ed attaccare la sorgente locale che viene accordata esattamente alla stessa lunghezza d'onda dei segnali, operazione che deve essere fatta molto esattamente manovrando continuamente l'interruttore finchè non si ottiene la stessa nota all'eterodina.

La seconda operazione è di ruotare la bobina di ricerca del radiogoniometro e contemporaneamente manovrare l'interruttore finchè non si ottiene una posizione per la quale la intensità dei segnali sia eguale per le due posizioni dell'interruttore. La tangente dell'angolo fatto dall'asse della bobina di ricerca con una delle bobine di campo delle sorgenti locali, dà ora il rapporto della corrente di aereo a quella del circuito della sorgente locale. Per tutte le altre misure la corrente nelle sorgenti locali è mante-

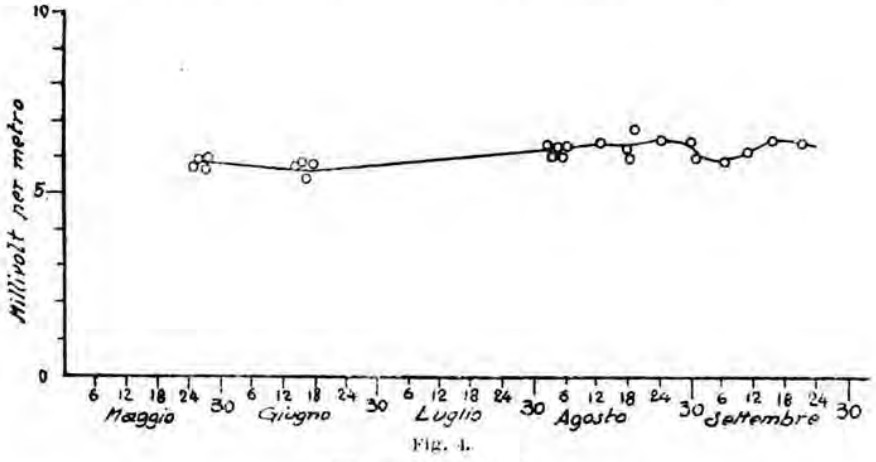


Fig. 4.

Misure di controllo.

nuta costante o variata in modo conosciuto, cosicchè si ha una misura relativa dell'intensità dei segnali nelle varie posizioni.

Si vede che, come avviene praticamente per tutti i metodi di misura dei segnali r. t., il principio sul quale si basa l'apparato è quello di *paragonare la corrente prodotta da una sorgente locale tarata, colla corrente dovuta ai segnali da misurare.* È da notare però che il particolare metodo (adottato) di paragonare la corrente per mezzo di un *radiogoniometro,* porta con sè notevoli vantaggi fornendo un metodo preciso e facilmente controllabile di variare gli effetti relativi delle due sorgenti finchè esse non diventano eguali

mentre il fatto che esso obbedisce alla legge delle tangenti li rende idonei ad abbracciare una larga gamma di intensità. Un ulteriore vantaggio del metodo è che l'uso di un aereo aperiodico per prendere i segnali, rende l'apparato non così criticamente dipendente da piccoli cambiamenti di resistenza o reattanza dei circuiti come nel caso di un aereo accordato.

Nonostante la larga gamma di intensità che il goniometro permetteva all'apparato di misurare, non fu possibile, a causa dell'errore vicino al minimo ed al massimo, con una sola determinata corrente locale, misurare una gamma di intensità superione a circa 100 a 1 mentre invece il rapporto della intensità misurata a 10 Km., rispetto a quella misurata alle più grandi distanze (160 Km.), raggiunse in certi casi il valore di 300 a 1. Si rese necessario perciò sperimentare con un valore decrescente della sorgente locale a misura che la forza dei segnali diminuiva. Il metodo adottato fu quello di mantenere costante la corrente del generatore locale ma sciuntare il circuito esterno accoppiato ad esso con opportune serie di resistenze.

Taratura degli apparati di misura.

Era impiantato un trasmettitore di piccola potenza, che veniva accordato alle onde della lunghezza richiesta, e l'apparato ricevente era impiantato a breve distanza da esso. La corrente dell'aereo

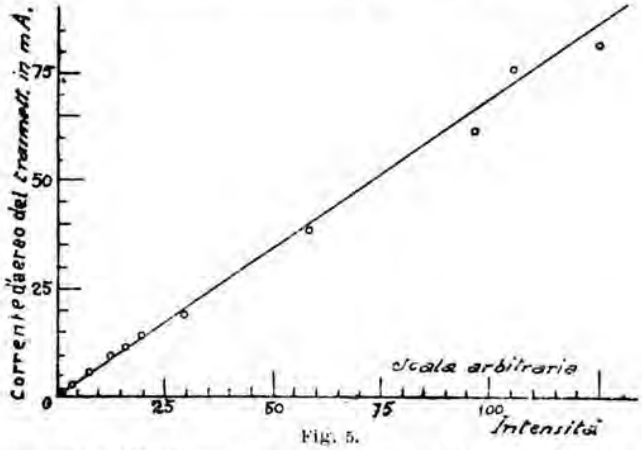


Fig. 5.

Osservazione di attenuazione. - Taratura di apparati per mezzo di un trasmettitore locale.

trasmittente veniva variata con discontinuità, prendendo nota delle singole variazioni e contemporaneamente veniva misurata la forza dei segnali ricevuti dall'apparato da tarare. La forza dei segnali riceventi era paragonata alla corrente dell'aereo trasmittente, col risultato che è esposto nella fig. 5. La gamma d'intensità con la quale si faceva la taratura era approssimativamente quella usata nelle esperienze. L'estensione per la quale il grafico risulta approssimativamente una linea retta è quella per la quale gli apparati riceventi possono essere considerati come misure relative di forza dei segnali. Si vede che gli scostamenti sono quasi in ogni punto inferiori al 5 $^{0}/_{0}$ e non superano mai il 10 $^{0}/_{0}$. Tale grado di precisione sembra che sia più che sufficiente data la natura delle esperienze.

Conversione dei valori relativi in valori assoluti.

I valori relativi della forza dei segnali misurati dagli apparati portatili, erano convertiti in valori assoluti in millivolta per metro, usando l'espediente di fare contemporaneamente e nella medesima località (stazione sperimentale di Slough) una misura con l'apparato portatile.

La forza assoluta dei segnali veniva misurata a Slough inserendo una coppia termo-elettrica in un circuito semplicemente accordato all'aereo. La resistenza d'aereo veniva nello stesso tempo misurata coll'inserire nel circuito d'aereo apposite resistenze.

Le curve della fig. 6 sono molto interessanti perchè permettono di abbracciare in maniera sintetica l'insieme dei dati ottenuti dall'esperienza, ed inoltre, permettono di costruire le isodine nel caso della figura 7. Esse danno i valori assoluti della forza dei segnali in millivolta per metro in funzione dalla distanza in Km. per ciascuno dei 7 percorsi sperimentali. Per mostrare poi i risultati ai quali miravano gli esperimenti, e cioè l'effetto dell'attenuazione della superficie della terra, è necessario separare quest' effetto dalla normale attenuazione dovuta all'estendersi delle onde. Siccome quest'ultimo effetto produce una diminuzione dell'intensità del campo secondo una legge inversa alla distanza, la separazione può essere agevolmente fatta ricavando un'altra serie di curve riportando sull'asse delle y invece delle intensità i prodotti della inten-

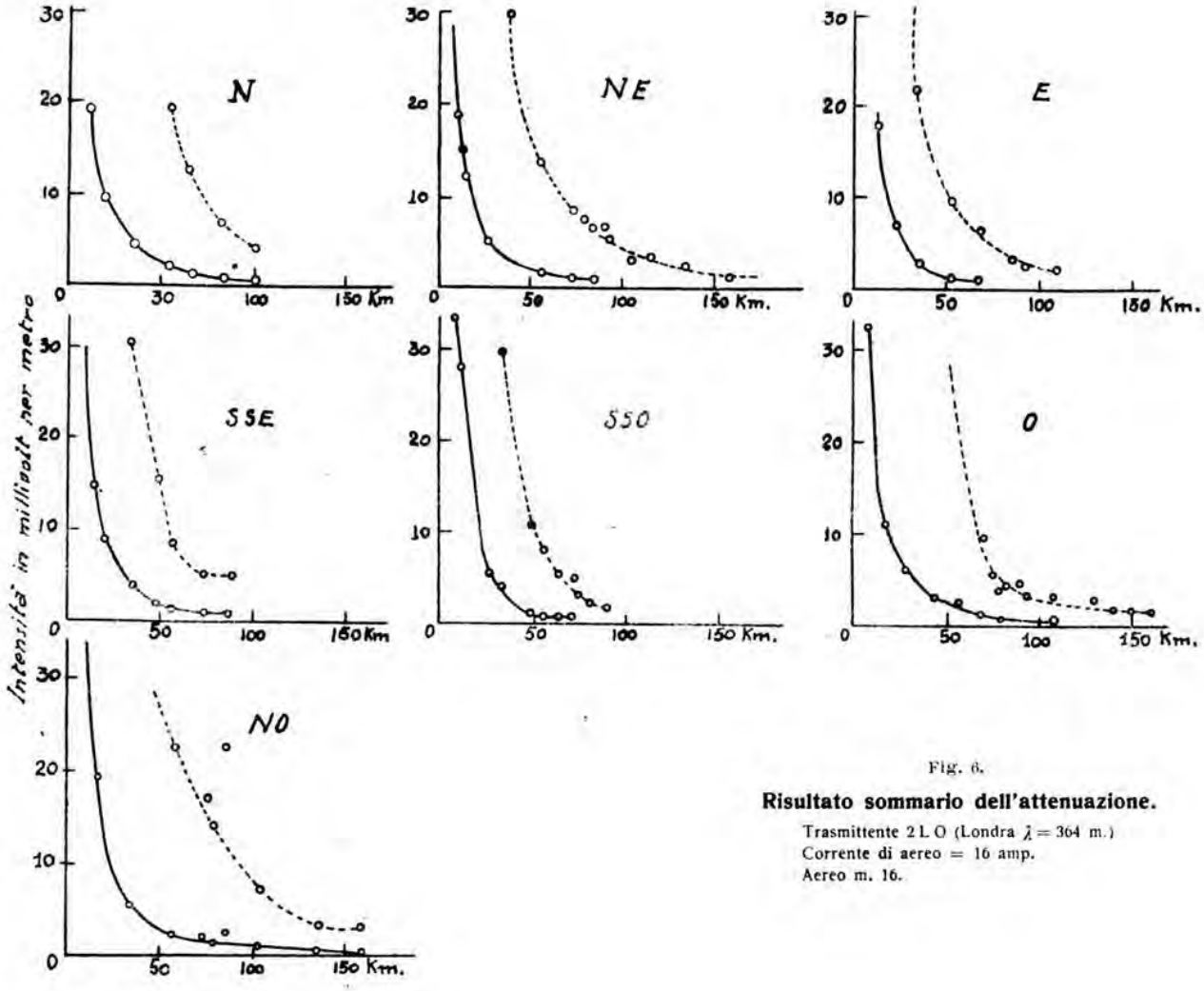


Fig. 6.

Risultato sommario dell'attenuazione.

Trasmittente 2 L O (Londra $\lambda = 364$ m.)
Corrente di aereo = 16 amp.
Aereo m. 16.



Fig. 7. (Scala 1:2.240.000)

Carta delle isodine relativa alla stazione 2 L O (Londra).

λ = 364 m. - Corrente aereo 16 amp. - Altezza dell'aereo 30 m. - Intensità in millivolt per metro).

sità del campo per la distanza, e sull'asse delle x le distanze. Questo metodo fu introdotto per la prima da Duddel e Taylor in esperimenti di questa natura.

La serie completa di queste curve derivate è data nelle fig. 8-*a*, 8-*b*, 8-*c*. Poichè i valori relativi da punto a punto lungo un determinato percorso sono i soli interessanti, e poichè si vuol

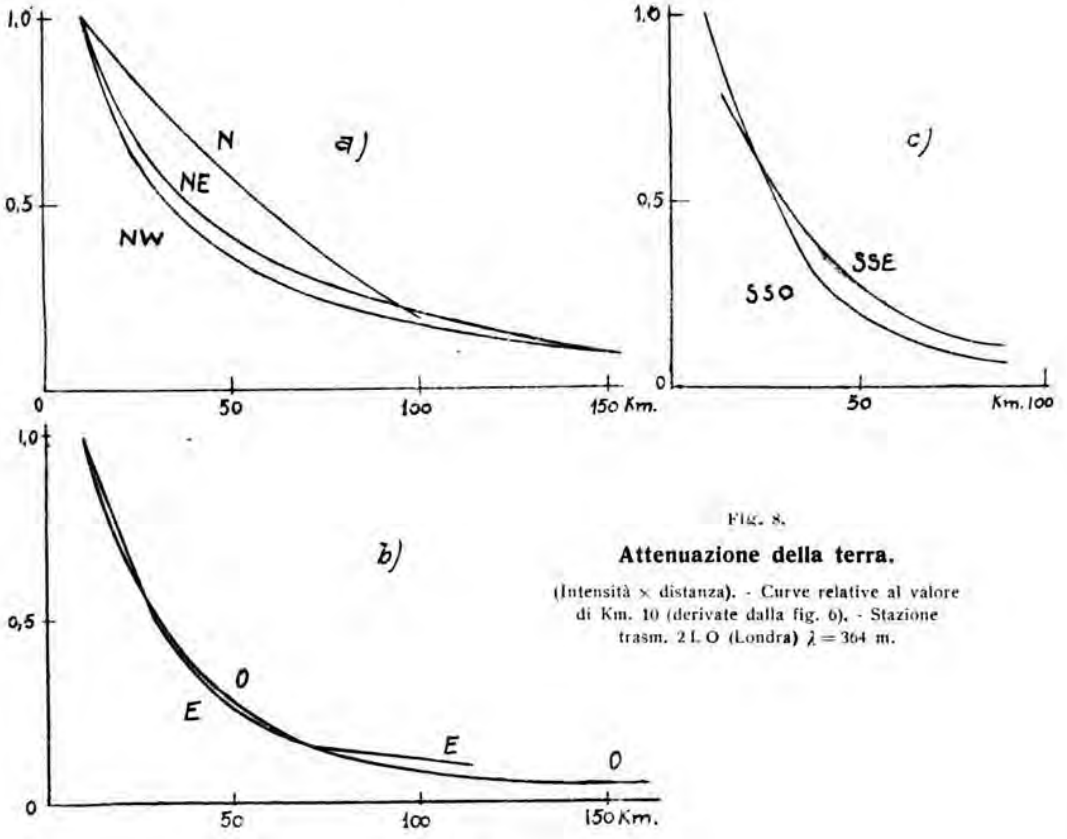


Fig. 8.

Attenuazione della terra.

(Intensità × distanza). - Curve relative al valore di Km. 10 (derivate dalla fig. 6). - Stazione trasm. 2 L O (Londra) $\lambda = 364$ m.

paragonare queste curve d'attenuazione l'una con l'altra, esse sono state ridotte ad una scala standards. Le ordinate per ogni distanza rappresentano il rapporto tra il prodotto dell'intensità e la distanza di quel punto, al suo valore a 10 Km. Così le curve partono tutte dallo stesso punto (1 a 10 Km.) e fanno vedere ad un semplice sguardo ogni differenza di attenuazione nelle differenti direzioni.

Un esame di queste curve porta in luce i seguenti fatti:

1°) - L'attenuazione della superficie della terra è distintamente più grande in certe direzioni che non in altre, così, ad una distanza di 90 Km. da Londra nella direzione S.S.O. l'ammontare dell'assorbimento terrestre è quasi 5 volte più grande che non nella dire-

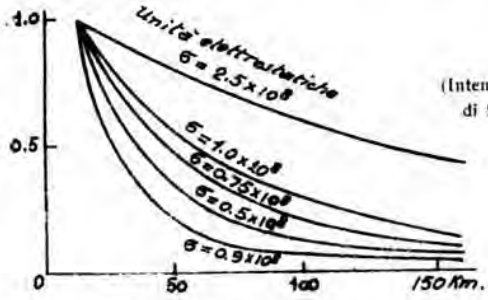


Fig. 9.
(Intensità × distanza) - Curve secondo la teoria di Sommerfeld relative al valore di Km. 10. $\lambda = 360$ m.

zione N. O. (le ordinate di queste due curve a quella distanza essendo di 0,05 e 0,23 rispettivamente) le direzioni sono state classificate come segue in ordine di attenuazioni crescenti:

a) - Direzione da Londra a N. N. O. e N. E.
b) - » » » a E. e O.
c) - » » » a S. S. O. e S. S. E.

2°) - Le curve dello stesso gruppo si accordano molto bene, in particolare quella per N. O. con quella N. E.; e quella per S. S. O. con quella per S. S. E.

3°) - La curva per *N* ha invece un andamento inaspettato.

4°) - Nessuno altro cenno di effetto dovuto alle colline può essere notato nelle curve, benchè alcune delle direzioni passino per catene di basse colline.

Paragone con la teoria.

Prima di discutere ulteriormente questi risultati è opportuno paragonarli con la teoria della propagazione delle onde data da Sommerfeld.

Se E_o è la forza del campo dell' onda ad una distanza x dalla sorgente, nel caso reale di propagazione sopra una superficie perfettamente conduttiva, e se E è la forza del campo nel caso ideale

di una superficie imperfettamente conduttiva la legge di Sommerfeld si può esprimere nella forma:

$$E = E_0 \cdot F(a\,x) \qquad (1)$$

La quantità $(a\,x)$ è chiamata da Sommerfeld « distanza numerica » essendo:

$$a = \text{approssimativamente } (*)\ \frac{\pi}{\left(\frac{2\,\sigma}{f}\right)^2} \times \frac{1}{\lambda}$$

σ = conduttività della superficie in unità elettrostatiche (E. S. U.).
f = frequenza delle onde in cicli per secondo.
λ = lunghezza delle onde nella stessa unità di x.

L'espressione $(a\,x)$ è ottenuta dalla combinazione di diverse serie matematiche che sono state calcolate in un precedente articolo comparso nell' J. E. E.

Per procedere innanzi occorre determinare il valore di σ. Tale valore fu determinato dal Dott. Smith - Rose e dallo scrivente qualche anno fa in 10 differenti località dell'Inghilterra meridionale e trovato essere compreso tra i limiti $\sigma = 0{,}6 \times 10^8$ e $\sigma = 4{,}2 \times 10^8$ E. S. U. Questi valori concordano, per quanto si è potuto accertare, con quelli determinati da altri autori seguendo altri metodi. Essi vennero dedotti da misure fatte dell'inclinazione dell'onda avanzante. Tale metodo è molto opportuno per essere impiegato nella formula di Sommerfeld, poichè la misura era fatta coll'uso delle onde r. t. alla medesima frequenza di quella impiegata nei presenti esperimenti. È stato adottato il valore medio di $\sigma = 2{,}5 \times 10^8$ E. S. U. Utilizzando tale valore per σ, E è ottenuto dall'equazione (1) in funzione di E_0 e nella fig. 9 (curva superiore) la quantità Ex appare in funzione di x, avendo scelto arbitrariamente le unità in modo che questa curva è l'equivalente teorica delle curve sperimentali della fig. 8. Un paragone tra le figure 8 e 9 mostra che tutte queste curve sperimentali cadono considerevolmente al disotto della curva teorica (per $\sigma = 2{,}5$). Le altre curve della fig. 9 sono tracciate per

(*) (N. d. R.). La distanza numerica di Sommerfeld nelle condizioni qui ammesse è (vedi Bollettino R. T. del R. E. Gennaio 1926, pagina 25).

$$\varrho = \frac{\pi}{\frac{2\,\sigma}{u}\,\lambda^2}; \qquad u = 3 \cdot 10^{10}$$

una serie di valori di σ più piccoli e paragonando queste curve con quelle della fig. 8 si può ottenere un valore della « conduttività apparente » per ogni curva sperimentale. Essi appaiono nella

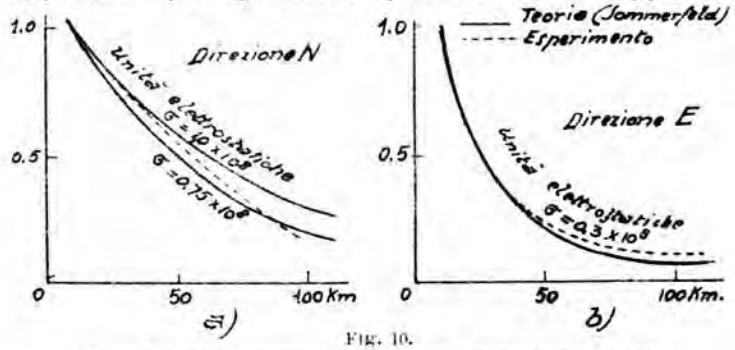


Fig. 10.

Esempio comparativo della teoria con l'esperimento.

(Intensità × distanza). - Curve relative al valore di Km. 10 - $\lambda = 364$ m.

tabella 2. Nella fig. 10 sono mostrate sovrapposte le curve sperimentali e quelle teoriche. Si sono scelti i due casi rispettivamente migliori e peggiori.

TABELLA N. 2.

DIREZIONE	Conduttività apparente della superficie ottenuta paragonando i risultati sperimentali colla teoria
N	da 1,0 a 0,75 · 10^8 E. S. U.
N E	» 0,75 » 0,5 · 10^8 »
E	» 0,5 » 0,3 · 10^8 »
S S E	» 0,5 » 0,3 · 10^8 »
S S O	» 0,5 » 0,2 · 10^8 »
O	» 0,5 » 0,3 · 10_8 »
N O	» 0,75 » 0,5 · 10^8 »

Complessivamente le forme delle curve sperimentali concordano con quelle delle curve teoriche, e quindi, da questo lato, confermano la teoria.

Rimangono da conciliare con la teoria due fatti.

1°) - La variazione dell'attenuazione con la direzione.

2°) - Il fatto che in ogni direzione l'attenuazione è più grande di quanto la teoria potrebbe far supporre.

Ricordando che il valore preso per la conduttività della terra ($\sigma = 2{,}5$) è solamente una grossolana media tra valori trovati sperimentalmente, largamente diversi tra di loro, potrebbe dapprima sembrare che la discrepanza possa dipendere in parte dalla scarsa conoscenza che si ha di questa costante ed in parte dalle sue variazioni da sito a sito. Questa spiegazione invece non è corretta, in primo luogo perchè l'evidenza degli esperimenti per mezzo dei quali è stata originalmente ottenuta non mostra alcuna differenza regionale di σ come vorrebbe spiegare la variazione dell'attenuazione colla direzione, ed in secondo luogo perchè le conduttività apparenti, come risultano dalla tabella 2ª, sono tutte inferiori al valore teorico medio, mentre se la spiegazione fosse giusta, dovrebbero essere alcune più grandi ed altre più piccole.

Un'altra spiegazione che è stata trovata invece essere molto più soddisfacente è che la teoria non spiega i fatti perchè essa suppone una superficie liscia e non tiene conto degli alberi, case ecc. e degli altri ostacoli che in pratica esistono. I Sigg. Round, Eckersely, Tremellen e Lumon sono infatti giunti alla conclusione che questa fosse la sola causa dell'attenuazione della terra, che essi hanno osservato sulle onde lunghe ($10 = 25$ Km.) perchè con tali onde l'attenuazione dovuta soltanto alla superficie della terra completamente nuda e priva di ostacoli è interamente trascurabile.

Tolte poche ovvie eccezioni, quasi tutte le parti della campagna inglese, appaiono, da ogni punto dominante come foltamente boscose. In tali condizioni sembra appena possibile dubitare che gli alberi debbano contribuire in larga misura all'assorbimento superficiale, e difatti sarà ora mostrato che questo solo fattore fornisce una spiegazione sufficiente dei fatti osservati sperimentalmente.

Investigazione dell'assorbimento prodotto dagli alberi.

La quantità di energia e. m. assorbita da un dato albero può in maniera soddisfacente essere ottenuta per mezzo di una bobina di ricerca di direzione.

La presenza di un ostacolo come un albero sul percorso delle onde produce una distorsione locale del campo e. m. nelle sue vicinanze. Ciò avviene perchè il campo d'induzione dell'albero si sovrappone al normale campo dell'onda.

Considerando solo il campo magnetico, la natura del fenomeno che avviene vicino ad un albero al livello del suolo è mostrato nella fig. 11. L'onda viaggia da sinistra a destra. Nella figura (*a*) le linee di forza parallele H_1 rappresentano il campo magnetico dell'onda, mentre i cerchi concentrici H_2 rappresentano il campo

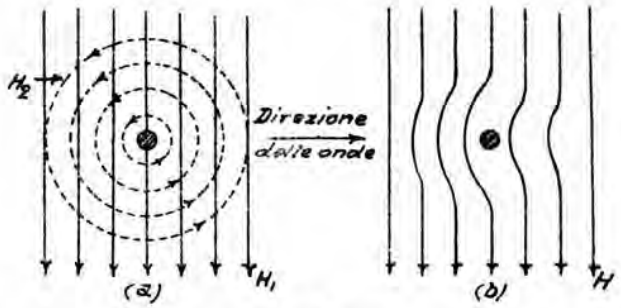


Fig. 11.

Distorsione delle linee magnetiche in vicinanza di un albero.

H_1 = Campo d'onda.
H_2 = Campo dovuto all'albero.
H = Campo risultante.

secondario dovuto all'albero. Se i due campi sono in fase la fig. (*b*) mostra il campo risultante, la distorsione del campo somigliando esattamente a quella che avviene nella vicinanza di un'onda che porta una corrente in un campo magnetico uniforme.

Se si possono fare in diversi punti intorno all'albero misure della direzione del campo risultante per mezzo di un apparato portatile di ricerche di direzione, si può tracciare il campo risultante e misurare così definitivamente l'ammontare della distorsione del campo prodotto dall'albero. Come sarà più tardi mostrato sarà così possibile calcolare la quantità di energia assorbita dall'albero, ma prima di tutto è opportuno dare qualche notizia sugli attuali esperimenti.

Determinazione sperimentale della distorsione del campo intorno ad un albero.

In tali esperienze veniva impiegato un'apparato portatile costituito di una semplice bobina rotante cercatrice di direzione. Con questo apparato si osservava la direzione apparente della stazione trasmittente (2 L. O.) in vari punti nelle vicinanze dell'albero. Queste misure erano fatte in un numero di posizioni poste su un circolo intorno all'albero avente un raggio approssimato di 10 piedi, e si tracciava quindi una curva per mostrare la variazione dell'angolo tra la direzione risultante del campo e la direzione passante per l'albero e l'apparato, rispetto alla direzione trasmittente (vedi fig. 12). Per mezzo di queste curve si ricavava il massimo errore x prodotto dall'albero. In qualche caso il procedimento veniva abbre-

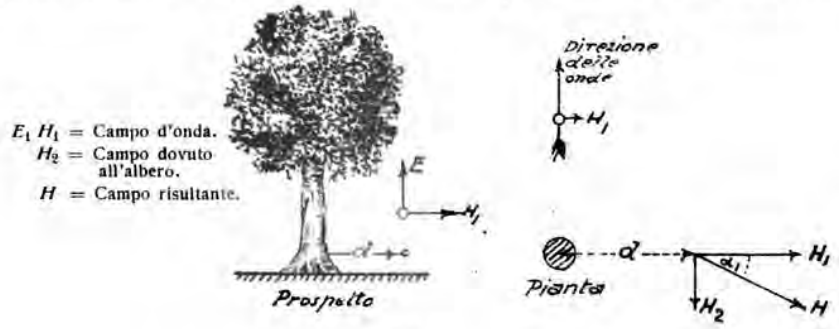


Fig. 12.

Distorsione delle linee magnetiche in vicinanza di alberi.

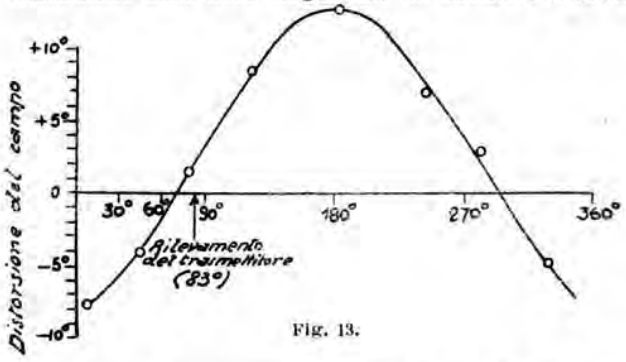


Fig. 13.

Distorsione del campo magnetico dovuta ad un albero alla distanza di 85 piedi. Diametro alla base 3 p.

viato prendendo solo due osservazioni per albero nelle due posizioni di massimo errore. Una tipica curva di errore ottenuta per una grande quercia (tabella 3) è mostrata nella fig. 13. Circa *6* alberi di differenti specie ed altezza vennero in tal modo presi in esame e la tabella N° 3 riassume i risultati ottenuti.

TABELLA N. 3.

Natura dell' albero	Altezza piedi	Distanza piedi	Distorsione del campo α	NOTE
Faggio	100	10	8°	albero molto grande
Faggio	75	5	5°	» sottile
Quercia	85	10	10°	» molto »
Quercia	75	5	5°	
Quercia	75	10	8,5°	» grande
Quercia	75	5	5°	» piccolo

Le esperienze furono fatte in pieno inverno. Esperienze ripetute in estate su due o tre alberi mostrarono un aumento di x di circa il 30 per cento. Tale fatto è probabilmente dovuto all'effetto delle foglie, quantunque possa anche dipendere dalla variazione della quantità di alburno.

Ritornando ora alla considerazione teorica della distorsione intorno all'albero, la distorsione angolare α ottenuta dagli esperimenti descritti è con molta approssimazione data da:

$$tg\,\alpha = \frac{H_2 \cos\varphi}{H_1} \qquad (2)$$

(se α e H_2 sono piccoli).
nella quale $\cos\varphi$ è il fattore di potenza dell'albero.

Se h è l'altezza effettiva dell'albero e se d è piccolo rispetto all'albero e il diametro dell'albero è piccolo rispetto a d, possiamo scrivere in prima approssimazione:

$$H_2 = \frac{2\,I}{d\,c}$$

dove d è la distanza del punto esaminato dall'albero e $c = 3.10^{10}$ cm./sec. poichè la corrente I passante per l'albero è espressa in unità elettrostatiche per convenienza nelle ulteriori formule.

La potenza P assorbita dall'albero è data da:

$$P = E_1\, h\, I \cos\varphi$$
$$= \frac{1}{2} E_1\, h\, d\, c\, H_2 \cos\varphi$$
$$= \frac{1}{2} E^2_1\, h\, d\, c\, tg\, \alpha \text{ (dalle (2) perchè } E_1 = H_2)$$
$$= \frac{1}{2} E_1{}^2 c\, h\, d\, \alpha \qquad (3)$$

se α è piccolo.

Siamo così in grado di calcolare la potenza assorbita dall'albero misurando l'errore prodotto su un ricercatore di direzione ad una determinata distanza d dall'albero, in funzione dell'altezza dell'albero, della distanza d e dell'errore prodotto nella distorsione del campo. La sola quantità che non si può misurare esattamente è l'altezza effettiva dell'albero, ma essa può essere calcolata con sufficiente approssimazione per gli scopi che ci proponiamo.

Energia assorbita dalla terra.

È stato mostrato da Sommerfeld, Bouthillon ed altri che un'onda irradiante sopra il terreno non deve essere considerata come viaggiante parallelamente alla superficie della terra, ma piuttosto come un'onda incidente la superficie con un angolo critico d'incidenza per il quale secondo le leggi elementari dell'ottica l'onda riflessa

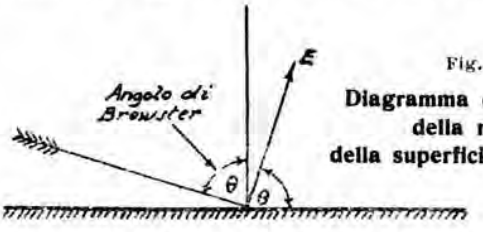


Fig. 14.
Diagramma dimostrativo della natura della superficie delle onde.

svanisce. Il fenomeno è mostrato nella fig. 14. Quest'angolo critico, che in ottica è conosciuto come angolo di Brewster's, è determinato dalla frequenza dell'onda e dalle costanti elettriche della

terra. Così è stato mostrato che, per le condizioni particolari qui trattate, l'angolo è dato da:

$$tg\,0 = \sqrt{\frac{2\,j\,\sigma}{f}} \qquad (4)$$

dove σ è la conduttività della terra in unità elettrostatiche, f la frequenza dell'onda e $j = \sqrt{-1}$.

Poichè non vi è onda riflessa, è chiaro che si deve considerare l'onda incidente come penetrante completamente nella terra a questo angolo critico. Così stando le cose è possibile stabilire la quantità di energia dell'onda assorbita dalla terra. Essa è semplicemente l'ammontare dell'energia portata dall'onda attraverso una superficie inclinata di un angolo $(90^0 - 0)$ colla direzione di propagazione. È data da $\frac{E^2\,c}{4\,\pi}(\cos 0)$ C.G.S. unità per cm² di superficie, ossia:

$$P_o = \frac{E^2\,c}{4\,\pi}\left[\cos\ 0\right] 10^{10} \qquad (5)$$

dove:

P_o = potenza assorbita dal terreno per Km².
E = intensità del campo e. m.
$C = 3 \times 10^{10}$ cm/sec.

Numero degli alberi necessario per ottenere un effetto assorbente eguale a quello della terra.

Siamo in grado di calcolare il numero di alberi per unità di area necessario per assorbire una quantità di energia uguale a quella assorbita dal terreno. Se chiamiamo N_o questo numero, la condizione richiesta è

$$N_o\,P = P_o \qquad (6)$$

e sostituendo a P e P_o le espressioni ottenute in (3) e (5) abbiamo:

$$\frac{1}{2}\,E^2\,N_o\,c\,h\,d\,\alpha = \frac{E^2\,c \times 10^{10}}{4\,\pi}\left[\cos\ 0\right]$$

da cui

$$N_o = \frac{10^{10}}{2\,\pi\,h\,d\,\alpha}\,\left|\cos\,\theta\right| \qquad (7)$$

Osservando la tabella N. 3 risulta che si può ritenere che, ad una distanza di circa 10 piedi (cioè $d = 3$ metri) da un albero (tipo medio) il valore di α sarà di 4° in inverno e 5° in estate. Poichè le curve di attenuazione sono state costruite su esperienze fatte d'estate, nei calcoli è stato impiegato il maggior valore di α.

Possiamo ricavare [cos θ] dalle (4), prendendo $\sigma = 2{,}5\ 10^8$ come prima $e\,f = 830$ chilocicli. Si ha [cos θ] = 0,041. Per l'altezza effettiva dell'albero possiamo prendere $h = 15\ m$ come giusto valore medio.

Sostituendo tutto questo valore nella (7) si ottiene

$$N_o = 1660.$$

Ossia occorrono circa 1700 alberi per Km^2. per ottenere un effetto d'attenuazione uguale a quello della terra, nelle particolari condizioni sperimentali occorse.

La conduttività della superficie equivalente spoglia.

L'equivalente superficie spoglia è quella superficie priva di alberi etc. che assorbirebbe la medesima quantità di energia della superficie considerata prima, o simbolicamente:

$$P_1 = N\,P + P_o$$

dove P_1 è l'energia assorbita dalla superficie equivalente e N il numero di alberi per Km^2 sulla superficie attuale. Ma per definizione:

$$N_o\,P = P_o$$

da cui

$$P_1 = P_o\,\frac{N + N_o}{N_o} \qquad (8)$$

Per determinare la conduttività della superficie equivalente che indicheremo con σ useremo la relazione che si ricava dalla (4)

$$\cos\theta = \sqrt{\frac{f}{2\sigma}}$$

Dalla (5) si ricava:

$$\frac{P_1}{P_o} = \sqrt{\frac{\sigma}{\sigma_1}} \qquad (9)$$

cosicchè dalla (8) e (9) infine si ricava:

$$\sigma_1 = \left(\frac{N_o}{N + N_o}\right)^2 \sigma \qquad (10)$$

Nella tabella N. 4 si sono riportati i valori di σ per i vari valori di N calcolati in base a questa relazione: la tabella mostra subito ad un semplice sguardo l'effetto degli alberi sulla conduttività apparente della superficie per le onde di lunghezza considerate in base alle surriportate considerazioni teoriche.

TABELLA N. 4.

Effetto degli alberi sulla conduttività apparente della superficie.

Numero (N) di alberi per Km.²	σ_1 in E. S. U. (approssimativamente)
0	$2{,}5 \cdot 10^8$ *
200	$2{,}0 \cdot 10^8$
500	$1{,}5 \cdot 10^8$
1000	$1{,}0 \cdot 10^8$
2000	$0{,}5 \cdot 10^8$
4000	$0{,}2 \cdot 10^8$
6000	$0{,}1 \cdot 10^8$

* Valore normale della superficie nuda.

Numero degli alberi nella regione interposta.

Per verificare la fondatezza delle suddette ipotesi, vennero fatte delle stime della densità degli alberi nelle varie zone delle regioni

ove ebbero luogo gli esperimenti. Già osservazioni causali fatte durante lo svolgersi delle esperienze erano state sufficienti per convincere che nelle regioni al nord vi fossero molto meno alberi di quelle al sud.

Sono state fatte delle verifiche nei vari distretti e da esse è risultato che il numero varia ad un ordine di grandezza di 500 per Km^2 nei distretti meno boscosi (regione al nord di Londra) a 4000 per Km^2 in quelli più boscosi (regioni a sud di Londra). Nel fare tali stime era evidentemente di grande importanza scegliere le aree tipo nelle quali si faceva effettivamente la misura come quelle che rappresentassero con la maggiore precisione possibile le condizioni delle zone circostanti. Come si è già detto i distretti meno boscosi si sono trovati al nord e quelli più densi di boschi al sud della regione degli esperimenti.

Se si paragona la tabella N. 4 con la tabella N. 2, risulta chiaro che l'effetto degli alberi può essere così considerevole da spiegare le differenti conduttività apparenti osservate nelle varie direzioni e da spiegare altresì come tutti i valori delle conduttività siano considerevolmente al disotto di quelli trovati con altri metodi.

Così nelle regioni al nord, dove il numero degli alberi è probabilmente compreso tra 500 e 1000 per Km^2, possiamo prendere per la conduttività un valore compreso tra 1,0 e 1,5, mentre il valore risultante dalle esperienze è compreso tra 1,0 e 6,75. Nelle regioni più boscose del sud, nelle quali come si è visto la densità degli alberi è compresa tra 2000 e 4000 per Km^2, il valore di σ prevedibile è compreso tra 0,5 e 0,2 e questi valori sono quelli trovati sperimentalmente.

La conferma è buona, forse superiore persino a quella che si poteva provedere, considerando la grossolanità di alcuni dei valori introdotti nei calcoli. Senza dubbio le siepi, le altre vegetazioni, gli edifici e gli altri ostacoli contribuiscono all'assorbimento prodotto, ma dall'analisi sopra esposta sembra probabile che gli alberi soli costituiscono l'effetto preponderante.

Misure di conferme su altre lunghezze d'onda.

Benchè le esperienze fossero limitate ad una sola lunghezza d'onda, quando se ne presentava la opportunità, furono fatte misure su altre lunghezze d'onda. Così vennero fatte alcune misure valen-

dosi di una stazione trasmittente sita a Birmingham B. B. C. ($\lambda = 475$ m.) e della stazione trasmittente del National Phisical Laboratory di Teddington ($\lambda = 720$ m.) I risultati ottenuti confermano quelli degli esperimenti principiati. Utilizzando il valore medio di σ ottenuto sperimentalmente (tav. 2ª) per le due direzioni N. N. e S. O. (corrispondente a quella delle due suddette stazioni trasmittenti) e cioè rispettivamente $1{,}3 \times 10$ e $0{,}3 \times 10$ furono trovate (fig. 15) le curve teoriche in base alla teoria di Sommerfeld insieme con i punti ottenuti sperimentalmente.

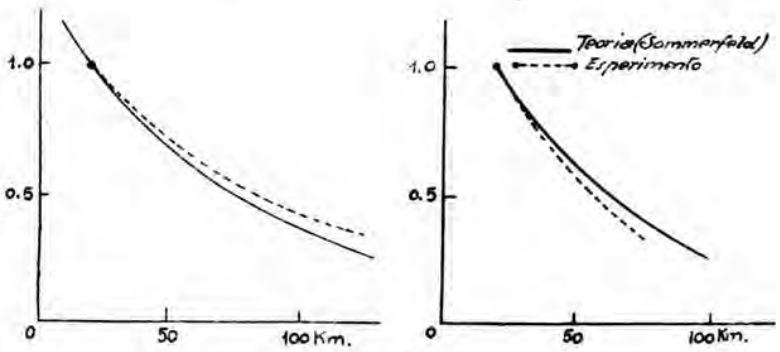


FIG. 15.

Risulta dalla figura che l'accordo tra teoria ed esperienza è abbastanza soddisfacente. Questi risultati danno fiducia nei risultati sperimentali riassunti nelle fig.re 6, 7 e 8 e sono anche una valida conferma della validità generale della teoria di Sommerfeld.

F. A.

Direttore responsabile: Prof. G. VANNI.

rale
oma

alli uff. 11-12

Anno VII° - N. 4. Luglio - Agosto 1928-A. VI. (N. 20 della Raccolta).

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

BIBLIOTECA ROMA VITTORIO EMANUELE

SOMMARIO:

Col. LUIGI SACCO. - Disturbi alle radioaudizioni.

I. C. WARNER - Alcune caratteristiche ed applicazioni delle valvole a quattro elettrodi.

ABBONAMENTO.

ANNUO (6 numeri). . . . L. 12
UN NUMERO SEPARATO . . L. 3

Inviare l'importo a mezzo vaglia alla DIREZIONE DELL' ISTITUTO R. T. ED E. DEL GENIO MILITARE, Viale Mazzini 8. ROMA (149)

Roma, Tipo-Lit. Off. R.T. ed E. del Genio Mil. N. 24 - 1928-VI.

Anno VII - N. 4. (N 21 della Raccolta) Luglio - Agosto 1928 - Anno VI.

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO
DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

Diretto dal Prof. G. VANNI

I DISTURBI ALLE RADIOAUDIZIONI (1)

PREMESSA.

BIBLIOTECA NAZ. ROMA VITTORIO EMANUELE

Pur non avendo potuto approfondire come avrei desiderato l'argomento che devo trattare, ho ugualmente accettato l'onorifico incarico affidatomi dal nostro illustre Presidente il Com. Pession, in primo luogo per doverosa obbedienza all'invito avuto, ed in secondo luogo nella considerazione che in certe circostanze il solo tener desta una questione può contribuire ad affrettarne la soluzione. E la questione dei disturbi è, a mio parere, una di quelle questioni che ha precisamente bisogno di essere ravvivata, sia perchè essa interessa una cerchia di persone e di enti molto più ampia di quanto non si possa credere a prima vista, sia perchè una insufficiente soluzione di questa questione potrebbe gravemente intralciare lo sviluppo della radiodiffusione, e non mi sembra il caso di insistere sulla importanza nazionale della radiodiffusione, sia dal punto di vista della economia che da quello del prestigio della nazione.

---

(1) La presente memoria ha formato l'oggetto di una conferenza tenuta il 14 Luglio 1928 al gruppo « Radiocultori » della Sezione di Roma della « Associazione Elettrotecnica Italiana ». Si ritiene che essa possa interessare anche i lettori del « Bollettino », data la attuale tendenza ad ampliare le applicazioni militari della radiotelefonia.

Si potrà obbiettare che in altri paesi la radiodiffusione ha preso uno sviluppo enorme malgrado i disturbi, che nulla autorizza a credere che non esistano in quei paesi. Ma sono in genere paesi nordici, in cui il clima e l'indole degli abitanti favoriscono lo sviluppo della radiodiffusione. Da noi invece due ostacoli occorre superare: il primo è il clima e le conseguenti abitudini di vita all'aperto e fuori di casa, poco consone al raccoglimento radiofonico; il secondo è la grande sensibilità artistica del nostro popolo, che rende intollerabile alla maggioranza una audizione che non sia artisticamente perfetta.

Per poter quindi sviluppare anche da noi le radioaudizioni occorre ripulire l'etere dai parassiti che lo ingombrano, e presentare al pubblico delle audizioni non solo interessanti nella sostanza, ma altresì chiare e nitide nella forma.

Mi propongo qui di esaminare per sommi capi i vari aspetti della questione per vedere se vi siano, e quali siano, le possibilità di risolverla.

1. - Cenni storici sulla questione.

La storia dei disturbi alle radiodiffusioni non è evidentemente di quelle che si perdono nella notte dei tempi, perchè rimonta solo a pochissimi anni fa, a quando cioè si è iniziata la radiodiffusione della musica e delle parole per il pubblico. Tutto al più, volendo risalire alla preistoria, si può giungere alla invenzione della radiotelegrafia, cioè ai primi disturbi che hanno tenuto a battesimo i primi segnali radiotelegrafici ricevuti col coherer dal nostro Marconi.

In quella età regnavano come sovrani assoluti e dispotici i disturbi atmosferici i quali hanno continuato, quasi soli, a deliziare i radiotelegrafisti fino a quando l'uso degli apparecchi riceventi nell'interno delle case e nei centri delle città non ha messo in evidenza un'altra categoria di disturbi, che sono riusciti a sorpassare, in intensità e pervicacia, quelli atmosferici.

Si tratta qui dei disturbi provocati dagli svariatissimi impianti ed apparati elettrici, che oggidì sono estremamente numerosi e che vanno sempre più aumentando nell'interno delle città.

Le stazioni radiotelegrafiche a scintilla, di cui è nota la attitudine a disturbare anche le comunicazioni fatte con onde abbastanza diverse dalle proprie, si sono ben presto alleate agli atmosferici per opporsi alle radiodiffusioni e finalmente, ultimi arrivati, si sono aggiunti i disturbi provocati dalle stesse stazioni di radiodiffusione, dopo il rapido incremento del loro numero.

Fra queste svariate classi di disturbi che si disputano il privilegio di rendere meno gradevole la radiodiffusione, vi è stato per un certo tempo, ma sembra ora vada attenuandosi, la classe dei disturbi dovuti alla imperizia dei radioamatori ed alla cattiva costruzione dei loro apparati.

Attualmente siamo a questo punto, che appena il radioamatore tenta di sentire una emissione che non sia quella locale, tutti questi svariati disturbi si alleano per sommergerla, e spesso ci riescono. Questo risultato non è certamente incoraggiante per lo sviluppo della radiodiffusione.

Si tratta qui di esaminare un po' dettagliatamente la natura e l'importanza relativa dei vari disturbi e la possibilità o meno di neutralizzarli o di eliminarli.

2. - **Classificazione dei disturbi.**

I disturbi che vengono generalmente segnalati si possono distinguere secondo le loro caratteristiche acustiche in sei gruppi abbastanza ben differenziati.

Nel primo gruppo si comprendono quelli che si manifestano come un rullo di tonalità costante e cupa e di natura persistente. Essi provengono dalle linee a corrente alternata, dalle quali attingono il suono, corrispondente alla frequenza della corrente.

Nel secondo gruppo si comprendono i fischi più o meno guizzanti e variabili di tono, e per lo più transitori, che hanno la loro origine nei così detti apparati a reazione sull'antenna e che sono dovuti ai battimenti che le correnti irradianti da tali apparati producono con quelle delle emissioni che si stanno ricevendo.

Il terzo gruppo comprende quella vasta gamma di crepitii, di fruscii e di schiocchi, irregolari nella forza e nella distribuzione nel tempo, caratteristici dei disturbi atmosferici.

Al quarto gruppo appartengono tutti i disturbi provenienti dagli apparati elettrici in generale e dai difetti delle linee elettriche. I disturbi di questo gruppo si distinguono abbastanza bene dai disturbi atmosferici per il loro carattere più o meno regolare, pur avendo, come suono, una notevole somiglianza con gli atmosferici.

Il quinto gruppo comprende i fischi ed i rumori più o meno assordanti e continuativi che provengono dai circuiti degli stessi apparati riceventi.

Finalmente il sesto gruppo comprende i disturbi provenienti dalle stazioni radio, sia telegrafiche che telefoniche: più propriamente essi si possono chiamare interferenze.

I sei gruppi precedenti potrebbero, forse più razionalmente, riunirsi in due sole grandi classi, secondo la natura delle f. e. m. da essi prodotte, e cioè in *disturbi impulsivi*, dovuti a brusche ed irrregolari variazioni nel campo e. m., e *disturbi armonici*, che provengono da f. e. m. armoniche comprese in una stretta gamma di frequenze.

Sono caratteristici della prima classe i disturbi atmosferici e della seconda le interferenze radiofoniche: nel primo possono però entrare anche in parte le interferenze radiotelegrafiche degli apparati a scintilla, nonchè la maggior parte dei disturbi elettrici locali.

La differenza sostanziale tra le due classi così prospettate si ritrova nel differente genere di cura che richiedono i relativi disturbi, poichè mentre quelli armonici sono suscettibili di eliminazione o di riduzione mediante quella specie di astuzia elettrica che è la selettività (1), i disturbi impulsivi sono più o meno irriducibili coll'astuzia. Essi possono vincersi solo con la forza, ad es.: imprigionandoli con schermi, o fermandoli con bobine di arresto, o deviandoli con derivazioni capacitive, o riducendoli di intensità con organi captatori poco efficienti, o, finalmente, sommergendoli con l'aumento della forza dei segnali trasmessi.

Una classificazione più comoda sembra tuttavia quella che si può ricavare partendo dal diverso ambiente che origina i disturbi.

Non ritengo sia necessario occuparsi a fondo dei disturbi dovuti agli apparati riceventi, sia ai propri, sia a quelli vicini. La

(1) Vedi appendice N. 1.

tecnica progredisce, la coltura radio aumenta e questi disturbi, dovuti essenzialmente all'ignoranza dei costruttori o degli operatori sembrano di conseguenza destinati a sparire.

I rimanenti disturbi si possono raggruppare distinguendo quelli provenienti dall'atmosfera, da quelli dovuti agli impianti elettrici locali, e da quelli dovuti alle stazioni radio. Arriviamo così a tre sole categorie e cioè:

a) - disturbi atmosferici,
b) - disturbi elettrici locali,
c) - interferenze,

Questa classificazione permette di meglio distribuire le responsabilità e quindi di meglio ripartire il compito dello studio e dei relativi provvedimenti. Così mentre le industrie elettriche sono specialmente interessate nei disturbi elettrici locali, le società radiofoniche e gli enti governativi dovranno più particolarmente occuparsi delle interferenze. Per gli atmosferici sarebbe difficile trovare il responsabile, ma gli enti radiofonici ed i radioamatori potranno ugualmente contribuire a ridurne gli effetti, le prime aumentando la potenza delle stazioni, i secondi impiegando adatti organi captatori.

Vediamo ora in modo più dettagliato quali siano i disturbi delle tre categorie ora enumerate.

3. - **Disturbi atmosferici.**

Sono i più anziani e tra i più accaniti nemici delle radiocomunicazioni. Sul loro conto si sono versati fiumi d'inchiostro, ma una teoria organica sulla loro origine ancora manca. Si sono tuttavia riconosciute molte cause di atmosferici e di alcuni di essi è stato anche possibile tracciare approssimativamente la fisionomia e valutare l'ampiezza della relativa f. e. m. Sono noti a tale proposito i rilievi di Appleton e Watson-Watt per mezzo dell'oscillografo catodico (1).

Indubbiamente, sotto il nome comune di atmosferici sono compresi gli effetti di cause molto diverse: alcune di origine vicina,

(1) Wireless World agosto 1923.

dovute agli scambi più o meno bruschi, ma silenziosi, delle cariche elettriche contenute nelle masse atmosferiche che vengono a contatto tra loro; altre, che possono avere origine anche più lontana, dovute alle scariche elettriche ed ai fenomeni temporaleschi; altre infine di origine lontanissima, di origine cosmica forse, probabilmente connesse col magnetismo solare o col bombardamento delle particelle elettriche, provenienti dal sole, sugli altissimi strati della atmosfera. Quest'ultima ipotesi è avvalorata dal fatto che molti atmosferici fanno sentire la loro identica azione in parti lontanissime sulla superficie terrestre, come risulta in modo indubbio dalle loro sovrapposizioni su segnali r. t. registrati contemporaneamente coll'ondulatore in località lontane migliaia di Km. tra loro.

Una parte notevole, se non preponderante, dei disturbi sembra tuttavia che spetti ai fenomeni temporaleschi.

Il Dott. Lejay in uno studio molto completo comparso su « L'ONDE ELECTRIQUE » del 1926, calcola che la componente elettrostatica del campo elettromagnetico dovuto ad una scarica temporalesca di 25 coulomb (che sembra inferiore alla media delle scariche temporalesche), può produrre una variazione di circa 1 volta per metro a 100 Km. di distanza. La componente radiativa della scarica può essere sensibile a distanza anche maggiore. È poichè il numero dei temporali che giornalmente, anche in inverno, ma specialmente in estate, avvengono nelle varie regioni del globo è molto grande, così si comprende come i fenomeni temporaleschi possano avere una parte notevole in questi disturbi.

Una idea della loro forza si può avere dalle cifre del Lejay, che ha misurato dei campi di centinaia e migliaia di volta per metro anche a distanze considerevoli del temporale. Per paragone si può ricordare che si considera come fortissima una ricezione radiofonica il cui campo raggiunga $^1/_{30}$ di volta per metro.

La rapidità degli atmosferici non sembra però eccessiva poichè da una durata dell'ordine del millesimo di secondo, rilevata da Appleton si arriva ad alcuni centomillesimi di secondo, stimati dal Lejay. Essi sono cioè verosimilmente di durata discretamente maggiore del periodo delle normali emissioni radiofoniche.

Gli atmosferici, come anche i disturbi locali, possono talvolta perturbare le linee telefoniche che congiungono lo « studio » con

il posto emittente, ed in tale caso essi modulano in modo irrimediabile la emissione radiofonica.

Vedremo in seguito quali siano i rimedi proposti e passiamo alla seconda categoria.

4. - I disturbi elettrici locali.

I disturbi elettrici locali sono una conseguenza del moltiplicarsi delle applicazioni elettriche nelle città moderne.

Tutti gli apparati elettrici quando funzionano in modo difettoso, e molti apparati anche quando funzionano regolarmente, possono produrre disturbi alle radioaudizioni. La ricerca delle cause presenta però gravi difficoltà, non potendosi mai addivenire ad una analisi completa di esse, dato che per poter compiere una tale analisi si richiederebbe la possibilità di arrestare successivamente il funzionamento di tutti gli impianti elettrici circostanti, lasciandone in funzione uno solo alla volta.

In Italia tuttavia il Comitato Superiore di Vigilanza sulle Radio Audizioni, per iniziativa del suo Illustre Presidente S. E. Tittoni, ha costituito un sotto Comitato tecnico per lo studio di questi disturbi, presieduto dall' Ill.mo Prof. Luigi Lombardi, e l' Istituto Radiotelegrafico del Genio Militare ha già compito vari accertamenti in proposito. Siamo dunque bene avviati, e vogliamo sperare che la marcia proseguirà rapida e sicura, ma non possiamo nascondere le gravi difficoltà che saranno da sorpassare, anche per il fatto che da noi la radiodiffusione non è ancora popolarizzata come in altri paesi.

Alla testa della radiodiffusione, come è noto, sta l'America del Nord ed è quindi precisamente a quella nazione che bisogna ricorrere per avere i dati più attendibili in proposito. Questi sono stati molto estesamente raccolti, fra gli altri, da un Comitato della " *NELA* „ cioè dall' Associazione Nazionale Americana dell' illuminazione elettrica.

In America la questione è stata affrontata sin da alcuni anni or sono e molte Compagnie di distribuzione dell' energia elettrica hanno creato uno speciale mestiere: *il radio investigatore,* cioè il mestiere di colui che a richiesta degli utenti si propone di localiz-

zare le cause del disturbo e successivamente di eliminarlo. Risulta che una spesa variabile fra i 5 ed i 40 dollari viene sostenuta dalle Società per ogni ricerca isolata e che quindi la somma spesa complessivamente per questo servizio ammonta a parecchi milioni di lire annue.

Per facilitare queste ricerche varie Compagnie Americane hanno attrezzato degli speciali autocarri muniti di tutti gli apparecchi necessari per esplorare i circuiti nelle vicinanze, sia mediante apparecchi radiotelefonici di notevole sensibilità, sia mediante bobine e telai direzionali accoppiati a telefoni e amplificatori telefonici, destinati a svelare direttamente le basse frequenze.

Inoltre i vari operatori sono muniti di istruzioni molto dettagliate sia per quanto riguarda la parte tecnica loro speciale per la ricerca dei disturbi, sia per quanto riguarda il loro comportamento nei riguardi dei clienti, per ottenere da essi con le buone maniere il massimo di cooperazione nella ricerca. Può essere interessante esporre i principali risultati di queste ricerche.

Il rapporto americano riferisce che le difficoltà per localizzare le origini di questi disturbi sono spesso assai gravi, tanto da richiedere delle settimane e anche dei mesi prima di essere identificate. Ci vuole molta esperienza e molta abilità da parte dell'investigatore, ma altresì il benevolo concorso dei vicini di casa, specialmente se radioamatori.

Anche le ricerche fatte in Germania dai Dott.ri Esau e Gobeler (1) hanno messo in chiaro la grande difficoltà di determinare queste cause di disturbi, specialmente perchè non sempre deve ritenersi che esse siano immediatamente vicine all'apparato disturbato. Tutte le perturbazioni possono più o meno facilmente propagarsi sulle diverse linee elettriche o sui fasci di tali linee come avviene nella così detta radiotelegrafia coi fili, e per successive riflessioni o deviazioni possono disturbare anche in località distanti da quelle di origine. Sembra che in questa distribuzione possono concorrere anche le tubazioni del gas e talvolta anche quelle dell'acqua.

Ciò rende naturalmente la ricerca più difficile. Solo con la pazienza, perseguendo varie ipotesi con molta tenacia fino ad esclu-

(1) Zeitschrift für hochfrequenztechnik (Gennaio 1928).

derle successivamente, riesce talvolta possibile determinare la vera causa.

Le cause più verosimili dei disturbi lamentati si possono raggruppare in:

1) - effetti di *induzione* diretta delle correnti alternate sui circuiti di bassa frequenza degli apparati ricevitori,

2) - oscillazioni di *alta frequenza* prodotte in tratti di conduttori carichi che si scaricano bruscamente con scintille, che facilitano il protrarsi delle oscillazioni. Queste scariche possono essere dovute a falsi contatti, specialmente negli apparati di uso domestico e nelle linee,

3) - *ritorni per la terra* di correnti disperse attraverso cattivi isolamenti delle linee e delle macchine,

4) - *variazioni brusche nel carico* di macchine a corrente continua, o aventi contatti striscianti,

5) - *armoniche di ordine elevato* di correnti periodiche, ecc.

Queste varie cause possono agire anche contemporaneamente e provenire da località lontane trasportate dalle linee sia elettriche che telegrafiche o telefoniche.

I circuiti di distribuzione dell'energia elettrica sono fra le cause più importanti, a causa dei difetti di isolamento o di leggere perdite a terra dovute sia al contatto dei fili con alberi, o coi fili di sostegno dei pali, sia ad insufficiente isolamento dei conduttori sottopiombo, sia a difetti di contatto negli apparecchi che impiegano spine ad innesti, come lampade, interruttori, commutatori, valvole, ecc.

Le linee ad alta tensione possono determinare indirettamente dei disturbi per difetti di isolamento degli isolatori e per scintille che possono provocare agli estremi di conduttori vicini e mal isolati. Direttamente possono determinare degli affievolimenti nei segnali e dei disturbi per induzione elettrostatica o magnetica. Effetti analoghi possono derivare da parafulmini male messi a terra.

I raddrizzatori a mercurio per le linee tramviarie possono ancora essere sorgenti di disturbi, che in genere però possono essere eliminati da appositi filtri; è precisamente avvenuto a Roma

che alcune zone infestate da questi raddrizzatori sono state, a quanto risulterebbe, completamente risanate dall'uso dei filtri che le stesse ditte costruttrici dei raddrizzatori sono in grado di fornire.

Le macchine a corrente alternata generalmente non danno luogo a disturbi sensibili, ma quelle che hanno spazzole striscianti sugli anelli ed in modo speciale le *dinamo eccitatrici* possono diventare sorgenti di serii disturbi, che si propagano sulle linee che fanno capo agli alternatori e danno luogo negli apparati riceventi ad un caratteristico soffio-fruscio molto noioso.

Le macchine a corrente continua, specialmente quando hanno una commutazione poco regolare, per le scintille che determinano sotto le spazzole, possono disturbare notevolmente.

Viene per queste consigliato l'uso di grosse bobine in serie o di condensatori in parallelo ai morsetti: questi ultimi sono in genere meno costosi delle bobine quando si tratta di macchine di grande potenza, ma secondo esperienze fatte in Germania e secondo anche esperienze fatte presso l'Officina Radiotelegrafica del Genio Militare su piccoli modelli, i condensatori sarebbero molto meno efficaci delle impedenze.

Il Dott. Esau cita il caso di un motore da 10 Kw. a c. c. 440 volta, di cui i disturbi, provenienti dalle scintille del collettore, venivano notati a notevole distanza, e poterono essere neutralizzati mediante l'impiego di due bobine di reattanza di soli 10 microhenry ciascuna.

Il Maggiore Ravazzoni dell'Officina R. T. ha potuto eliminare completamente il disturbo di un motorino a corrente continua che lavora normalmente a pochi centimetri da un ricevitore r. t. molto sensibile, mediante due impedenze a fondo di paniere di 700 microhenry ciascuna, disposte immediatamente in serie all'uscita dei conduttori. Si è sperimentato che anche una piccolissima capacità derivata sui morsetti bastava per far ricomparire il rumore.

Un provvedimento molto efficace nel caso delle centrali o delle stazioni di conversione per le linee tramviarie sembra quello di mettere sotto cavo interrato, per un tratto di almeno qualche diecina di metri, i conduttori all'uscita delle centrali stesse; la capacità del cavo sembra sufficiente per derivare a terra i disturbi.

Un'altra categoria di disturbi comprende quelli provenienti dalle linee *telegrafiche e telefoniche* e dovuti alle suonerie di chiamata, ai combinatori dei numeri, ai manipolatori telegrafici, ecc. Questi apparati possono agire come sorgenti di piccole scintilline che provocano scariche ad alta frequenza che alla loro volta si propagano sui fili e vanno ad influenzare le antenne dei radioamatori; oppure colle variazioni brusche della corrente di linea, e quindi del campo elettromagnetico, che essi provocano, e che si ripercuotono nei circuiti ricevitori. Il rimedio più indicato per questi disturbi è la chiusura dei vari conduttori in appositi cavi bene messi a terra.

Una delle più importanti è la categoria dei disturbi provenienti dalle *linee e dalle vetture tramviarie*. Molti studi sono stati fatti al riguardo ed in qualche località viene riferito che l'uso di speciali archetti di presa ha attenuato notevolmente i disturbi tramviari.

Degli studi di tale genere sono stati intrapresi a Roma per esperimentare il sistema ad archetto tipo Fischer che assicura un più regolare contatto tra linea ed archetto, evitando quindi le scintille.

La sistemazione di questo archetto sembra però richiedere cure speciali nella tesatura e nelle disposizioni dei fili di contatto, e, d'altra parte, non è improbabile che all'infuori del contatto tra archetto e linea, i tram possano produrre dei disturbi per effetto delle scintilline che si manifestano nelle spazzole dei motori, nonchè tra le rotaie e le ruote, ed anche per difetto di contatto nelle linee interne delle vetture (illuminazione e segnalazione col campanello).

Le esperienze fatte dall'Istituto Radiotelegrafico Militare in varie località di Roma hanno messo in evidenza i disturbi provocati dal passaggio delle vetture e dal cambiamento del regime elettrico di esse durante le fermate, gli avviamenti, le frenature, ecc. Questo studio meriterebbe una trattazione piuttosto ampia, ma qui basterà accennare che esso è bene avviato e che è affidato a persone di alta competenza, basti citare il Prof. Lombardi, con la volenterosa cooperazione dell'Azienda Tramviaria del Governatorato.

Un'altra categoria dei disturbi proviene dalle *macchine di uso*

domestico, specialmente da quelle che per essere mal tenute possono dar luogo a derivazioni saltuarie a terra od a frequenti, irregolari e parziali interruzioni dei circuiti.

I motori degli *ascensori*, gli apparati *raddrizzatori* a contatti mobili per carica *accumulatori*, gli apparati *medicali*, (specialmente quelli per alta frequenza e quelli produttori di raggi X, data la elevata tensione impiegata) possono essere generatori di gravissimi disturbi. Per eliminare questi disturbi nei casi più gravi sarebbe necessaria la completa schermatura degli apparati o addirittura dei locali che contengono gli apparecchi. Specialmente i locali degli impianti degli apparati per i *raggi X* dovrebbero essere schermati mediante reti di rame da applicare anche alle finestre ed alle porte, bene collegate tra loro con saldature, e tutte accuratamente messe a terra.

Il Dottor Goebeler di Jena[1] riferisce della interessante eliminazione di un disturbo dovuto ad apparati elettromedicali, che vennero localizzati a distanza di 700 metri dal posto disturbato. Si è constatato che i disturbi venivano portati dalle linee di illuminazione dell'impianto elettrico, perchè in altre case, distanti solo 10 a 30 metri dal disturbo ma non collegate elettricamente con l'impianto disturbante, il disturbo non era affatto notato.

Si trattava qui di una zona di villini dove la ricerca fu relativamente facile. Nell'interno della città, dove fasci numerosi di fili incrociano in tutte le direzioni, tali ricerche diventano difficilissime.

Il metodo di eliminazione adottato dal Goebeler consiste nel ricercare i due punti dell'impianto disturbante che possano costituire come l'aereo e la terra (o il contrappeso) di un sistema irradiante dell'alta frequenza, e nel chiudere quindi tale circuito mediante adatti condensatori, in modo da eliminare l'attitudine radiativa del sistema.

(Continua)

LUIGI SACCO
COLONNELLO DEL GENIO

(1) Loc. cit.

ALCUNE CARATTERISTICHE ED APPLICAZIONI DELLE VALVOLE A QUATTRO ELETTRODI

(Da un articolo di J. C. WARNER pubblicato nel fascicolo di Aprile dei "Proceedings of the Istitute of Radio Engineers)

Parecchie varietà di tubi a vuoto sono state costruite con quattro elettrodi, ma la più conosciuta e che presenta attualmente il maggior interesse è quella che contiene un catodo, due griglie ed un anodo. Scopo di questo articolo è di discutere brevemente alcune delle importanti caratteristiche delle valvole a due griglie e di mostrare alcune delle relazioni tra le costanti ed il rendimento del tubo nei circuiti tipici.

Gli usi ed i tipi delle valvole a due griglie possono essere divisi in tre classi a seconda delle funzioni delle due griglie; l'uso per il quale la valvola è impiegata, esercita una grande influenza nei particolari della sua costruzione. Queste classi comprendono: la valvola a « griglia schermante », la valvola a « griglia per la carica spaziale » e varie valvole a « doppia funzione » altre infine di vario tipo ed impiego.

La valvola a griglia schermante.

Il primo lavoro sulla valvola a griglia schermante fu fatto da W. Schottky in Germania, A. W. Hullus, ha più tardi sviluppato tale valvola provvedendola di una schermatura completa e gli abituali tipi commerciali di questa valvola, Radiotron *UX*-222, e Cunningham *CX*-322 come pure le maggiori valvole trasmittenti, sono derivate dall'opera del Dott. Hulls.

Le figg. 1 e 2 mostrano la disposizione degli elettrodi in una tipica valvola « a griglia schermante » (*UX*-222). La griglia interna è l'elettrodo di controllo ed è simile alla griglia di una valvola a

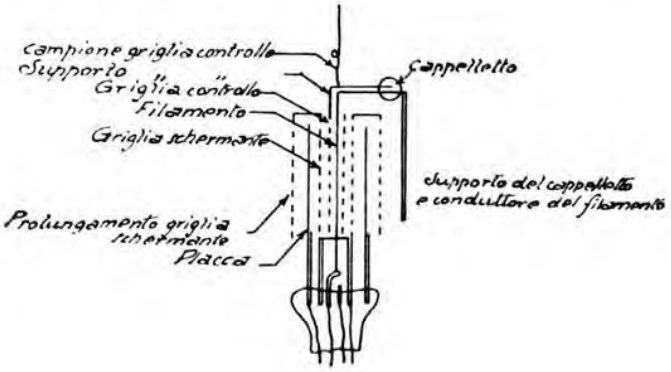


Fig. 1

tre elettrodi. Essa è sostenuta interamente dalla estremità superiore del tubo e il collegamento è ottenuto con un filo che attraverso una saldatura posta alla sommità del tubo raggiunge un cappuccio

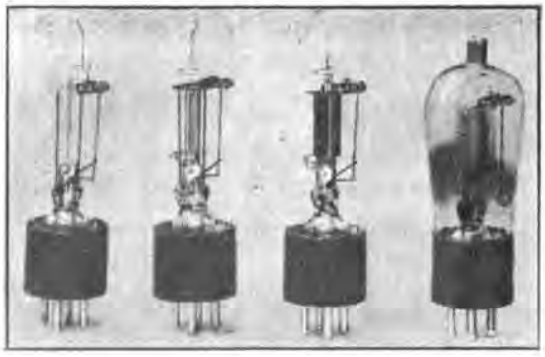


Fig. 2.

terminale metallico. L'altra griglia è quella schermante, ed è sostenuta dal gambo principale e dal sostegno di vetro che trovasi al

di sopra della placca. La placca è sostenuta solamente dal gambo. La griglia schermante ed il suo prolungamento al di là della placca serve a schermare la griglia di controllo della placca. Poichè lo schermo deve avere la forma di un crivello per permettere agli elettroni di passare attraverso ad esso, la schermatura non è assolutamente perfetta, ma con una opportuna costruzione pratica può essere tale da ridurre le capacità griglia - placca ad una piccola frazione della capacità di una valvola a tre elettrodi. Per esempio la valvola UX-222 ha una capacità effettiva di circa 0,02 $\mu\mu f$. Generalmente un rivestimento metallico deve essere posto all'esterno del bulbo e connesso al filamento od allo schermo allo scopo di impedire ogni possibile accoppiamento con la superficie esterna degli elettrodi.

La fig. 3 mostra solo le connessioni per l'inserzione di una valvola a griglia schermante. La griglia schermante è connessa

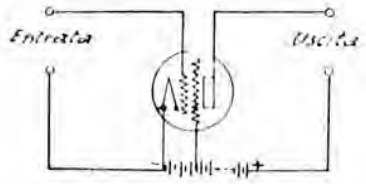


Fig. 3.

direttamente ad una tensione positiva un po' minore della tensione di placca. Il circuito è connesso alla griglia interna nella solita maniera.

In un tipico amplificatore a radiofrequenza, la tensione di placca può essere di 135 volta e la tensione dello schermo di 45 volta. Gli elettroni che abbandonano il filamento e passano attraverso la griglia di controllo vengono accelerati dallo schermo, la maggior parte di essi passano attraverso lo schermo ed arrivano alla placca poichè vi è una trascurabile carica spaziale tra placca e schermo. Naturalmente parte degli elettroni viene captata dallo schermo e non compie alcuna funzione utile, ma non occorre che tale perdita arrivi al 25 per cento della corrente totale ed è spesso

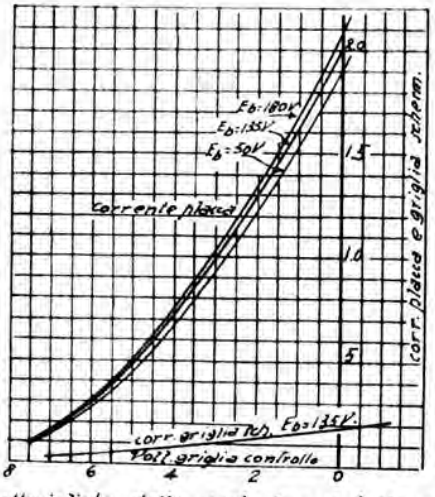
inferiore al 10 per cento. Il campo presso il catodo non è influenzato in maniera apprezzabile dalla tensione di placca a causa della schermatura della griglia ed è determinato dalla tensione della griglia di controllo e della griglia schermante. Anche la sensibilità del controllo esercitata dalla tensione di griglia sulla corrente totale, cioè la conduttanza mutua è determinata largamente dalle medesime tensioni. La placca agisce allora come un collettore degli elettroni passati attraverso allo schermo e, a causa dello schermaggio elettrostatico tra la placca e gli altri elettrodi, la tensione di placca ha un effetto piccolissimo sulla corrente di placca. Di conseguenza la resistenza del circuito di placca è molto alta, raggiungendo in alcuni casi tipici valori compresi tra 500.000 e 1.000.000 di ohm. Ciò costituisce un vantaggio molto importante, poichè, come verrà spiegato più tardi, l'effettivo fattore di amplificazione della valvola aumenta nella stessa misura della resistenza del circuito di placca.

Caratteristiche della valvola ricevente a griglia schermante.

Le caratteristiche statiche tipiche della valvola ricevente a griglia schermante sono mostrate nelle figure 4, 5 e 6 (1).

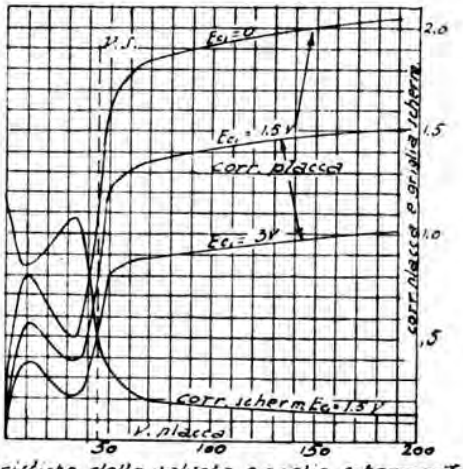
Le caratteristiche « tensioni di griglia - corrente di placca » della fig. 4, sono simili alle curve delle normali valvole a tre elettrodi, con l'unica differenza, che col cambiare della tensione di placca, la curva si solleva di pochissimo. Ciò è un'altra conferma dell'alta resistenza del circuito di placca. Le curve della corrente della griglia schermante indicano l'ammontare della corrente che è perduta nel circuito di tale griglia. Nella fig. 5 la parte della curva

(1) Nota dell'autore: In queste figure ed altre, gli indici C_1 e C_2 sono stati usati per distinguere rispettivamente la 1ª e la 2ª griglia senza tener conto delle loro funzioni. Per es. E_{c2} si riferisce alla tensione della griglia esterna senza riguardo a quale delle griglie è usata come griglia di controllo o come griglia schermante.



– Caratteristiche della valvola a griglia schermante UX 222
E_{c_2} = 45 volts.

Fig. 4

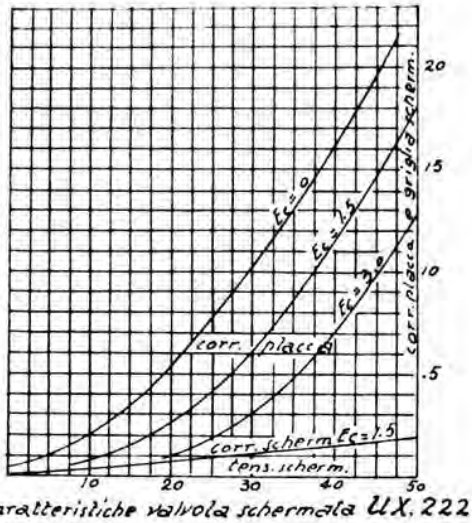


Caratteristiche della valvola a griglia schermante UX 222.
E_{c_2} = 45.

Fig. 5

al di sotto della tensione della griglia schermante (che è di 45 volta in questo caso) è di scarso interesse pratico, poichè la valvola viene normalmente usata con tensioni di placca considerevolmente più alte della tensione dello schermo. L'emissione secondaria della placca gioca una considerevole funzione nella forma di questa parte della curva. Sopra la tensione dello schermo le curve della corrente di placca vanno diventando orizzontali e la conduttanza di placca diventa solamente di pochi micromhos. Se vi fosse un perfetto schermaggio e nessuna emissione secondaria dallo schermo, le curve sarebbero perfettamente orizzontali.

La fig. 6 mostra l'effetto della tensione dello schermo sulla propria corrente e sulla corrente di placca. Le curve della corrente



Caratteristiche valvola schermata UX. 222
E_b = 135 V.

Fig. 6.

di placca sono molti simili alle caratteristiche di placca di una valvola a tre elettrodi.

Queste curve pongono in evidenza il fatto che la corrente di placca e la conduttanza mutua di una determinata valvola dipendono quasi interamente dalle tensioni delle due griglie. Infatti queste

quantità sono quasi le medesime di quelle che si avrebbero in una valvola a tre elettrodi che avesse lo stesso filamento e la stessa griglia di controllo, ma con la placca al posto dello schermo e ad un potenziale eguale a quello dello schermo. (Nella valvola a tre elettrodi la corrente di placca sarebbe equivalente alla somma della corrente di placca e di quella dello schermo nella valvola a griglia schermante). La più importante caratteristica della valvola è la conduttanza mutua ed il fattore di amplificazione non è necessariamente una funzione diretta delle dimensioni geometriche di questa valvola. Se non vi fosse alcuna emissione secondaria dallo schermo, il fattore di amplificazione dipenderebbe dal diametro della griglia e della placca e dai fori della griglia, ma anche un piccolo valore di emissione secondaria sconvolge completamente le relazioni normali. L'effetto di tale emissione è di aumentare la conduttanza mutua e di diminuire la resistenza del circuito di placca poichè un maggior numero di elettroni raggiungono la placca. Nella valvola *UX*-222 tutto l'effetto di riduce ad un modesto aumento nell' amplificazione nelle condizioni pratiche di funzionamento. La conduttanza mutua della valvola *UX*-222 ad una tenzione anodica di 135 volta, tensione di schermo di 45 volta e tensione alla griglia di controllo di 1,5 volta, è di circa 0,35 mA. per volta, e la media resistenza anodica è di circa 850.000 ohm. Ciò dà un fattore di amplificazione di circa 300. Deve tenersi presente però, che mentre questo fattore entra nel calcolo del circuito nella medesima maniera di una valvola a tre elettrodi, non è costante, ma varia in maniera considerevole con la tensione degli elettrodi come è mostrato nella figura 7.

Vi è una notevole differenza tra queste caratteristiche di amplificazione della valvola a griglia schermante e quelle di una valvola a tre elettrodi avente un'altissimo fattore di amplificazione. È naturalmente possibile costruire una valvola a tre elettrodi con un fattore di amplificazione di 200 o più usando una griglia con fori molto piccoli o aumentando la distanza tra griglia e placca. Facendo così, però, la conduttanza mutua sarebbe ridotta ad un valore così basso che la valvola sarebbe di uso pratico ben scarso. Inoltre la valvola a tre elettrodi conserverebbe la solita capacità interna (di reazione).

È perciò evidente che la valvola a griglia schermante è particolarmente molto adatta per essere usata come amplificatrice ad alta frequenza. L'assenza di una apprezzabile capacità interna rende possibile l'uso di circuiti accoppiati senza pericolo di oscillazioni purchè, naturalmente, questi circuiti siano opportunamente schermati l'uno dall'altro. Nel medesimo tempo l'alta impedenza ottenuta per risonanza è opportuna per utilizzare l'alta amplificazione di tensione del tubo.

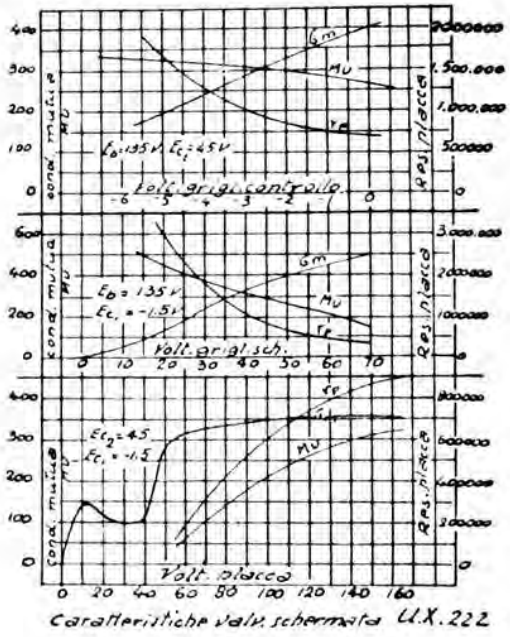


fig. 7.

Qualche esempio dell'amplificazione che può ottenersi, può riuscire interessante. Si può supporre che la resistenza anodica della valvola sia di 850.000 ohm e la mutua conduttanza di 350 micromhos, dando un fattore di amplificazione praticamente di 300. Se il circuito inserito sulla placca è accordato alla risonanza, l'im-

pedenza diviene una pura resistenza e nella gamma di frequenza delle stazioni di radio diffusione un ben studiato circuito avrà una impedenza compresa tra circa 100.000 e 200.000 ohm. La usuale espressione della amplificazione di tensione è:

$$A_v = \frac{\mu R_p}{r_p + R_p} \qquad (1)$$

dove R_p = resistenza del carico zavorra

r_p = resistenza anodica

μ = fattore di amplificazione di tensione.

Ciò nonostante è stato già notato che la conduttanza mutua della valvola a griglia schermante è di una costanza più fondamentale che non il fattore d'amplificazione ed il significato fisico di ciò è forse mostrato in maniera più evidente scrivendo la (1) nella forma:

$$A_v = g_m \frac{R_p \, r_p}{R_p + r_p} \qquad (2)$$

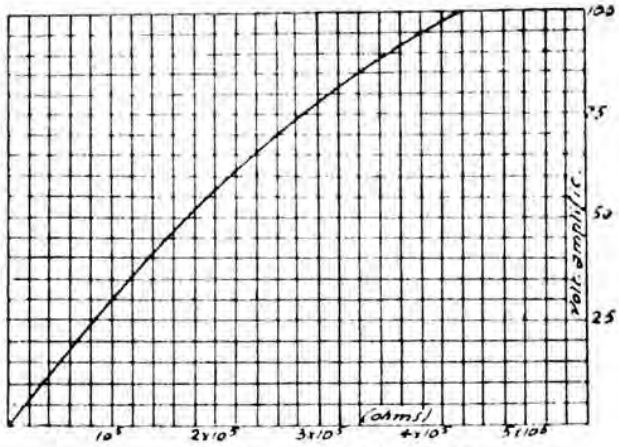
Cioè l'amplificazione di tensione è uguale alla conduttanza mutua moltiplicata per la resistenza del carico zavorra unita in parallelo alla resistenza interna.

Supponendo che la resistenza zavorra sia di 100.000, il fattore di amplificazione è 31.3. Per una resistenza zavorra di 200.000 ohm esso aumenta a 56.5.

La fig. 8 mostra la relazione tra la resistenza zavorra e l'amplificazione per resistenze fino a 400.000 ohm.

L'uso della valvola a griglia schermante naturalmente non è limitato all'amplificazione a radio frequenza, ma deve sempre ricordarsi che l'amplificazione di tensione dipende quasi interamente dalla impedenza del carico zavorra e quindi la caratteristica di frequenza del complesso valvola zavorra è molto diversa da quella che sarebbe ottenuta con una valvola a tre elettrodi avente una bassa resistenza di placca.

Per spiegare questa differenza tra la valvola a griglia schermante ed una ordinaria valvola a tre elettrodi può dirsi che siccome nei circuiti di una valvola a tre elettrodi l'impedenza del circuito zavorra è generalmente superiore alla resistenza interna della valvola, la corrente che attraversa il carico è determinata in misura maggiore dall'impedenza zavorra che dalla resistenza interna. Nella valvola a griglia schermante invece la resistenza anodica è quasi sempre più alta dell'impedenza esterna e quindi la corrente è determinata più dalla resistenza interna che dall'impedenza zavorra. Nella valvola a tre elettrodi è spesso considerato opportuno avere una bassa resistenza di placca, ma nella valvola a griglia schermante essa è fatta più alta che è possibile. Ciò è semplicemente dovuto al fatto che è stato già ricordato, che nella valvola a tre



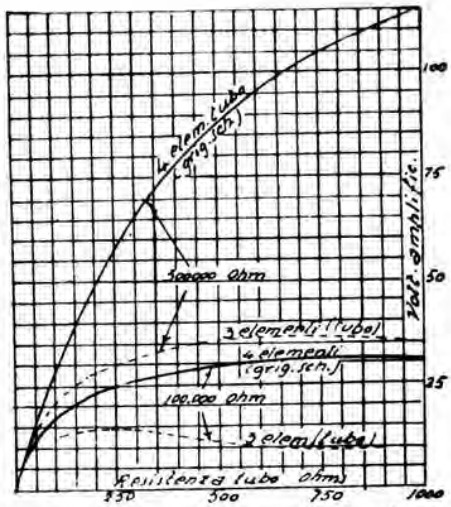
$E_{c_1} = -1.5 : E_{c_2} = 45 : E_b = 135$

Fig. 8

elettrodi un aumento della resistenza interna è sempre accompagnato da una diminuzione della conduttanza mutua. Risulta di qui quindi che per ogni determinato valore della resistenza zavorra vi è un valore optimun della resistenza del tubo, per ottenere la massima amplificazione, supponendo una determinata struttura degli elettrodi. Nelle valvole a griglia schermante un aumento nella

resistenza anodica dipendente dal migliorato schermaggio, ha un effetto inapprezzabile sulla mutua conduttanza: e quindi per ogni valore della resistenza zavorra più alta è la resistenza zavorra più alta è la resistenza interna della valvola e maggiore sarà la amplificazione di tensione.

La fig. 9 mostra le variazioni dell'amplificazione di tensione con la resistenza anodica per dei campioni tipici di valvole a tre elettrodi e per valvole a griglia schermante. Le curve per una valvola a tre elettrodi raggiungono sempre un massimo per un valore finito della resistenza interna mentre le curve per le valvole schermate crescono indefinitamente e tendono ad un limite eguale a $g_m R_p$.



Variazioni della tens. di amplif. in funzione della resistenza di placca

fig. 9.

Il Dott. Hulls ha richiamato l'attenzione sul fatto che con un valore infinito della resistenza interna la conduttanza mutua diviene il solo parametro della valvola. Nella equazione dell'amplificazione già data

$$A_v = g_m \frac{R_p \, r_p}{R_p + r_p}$$

se g_m è costante, A_m cresce col crescere di r_p fino a raggiugere, quando r_p diviene infinito, il limite $A_v = g_m R_p$. La corrente nel circuito di placca per variazioni di 1 volta della tensione di griglia è eguale a g_m e non dipende dall'impedenza zavorra del carico.

È possibile utilizzando gli effetti dell'emissione secondaria operare in tale maniera su di una valvola a griglia schermante opportunamente costruita d'avere una resistenza infinita sopra una determinata gamma ed anche fare la resistenza negativa. Tali effetti dell'emissione secondaria dànno luogo da loro stessi ad un intero campo di studi. Questo articolo non li prende in esame.

Valvole trasmittenti a griglia schermante.

Nei circuiti di amplificatori di potenza a radio frequenza il problema di impedire le auto oscillazioni delle valvole amplificatrici è quasi il medesimo di quello dei circuiti riceventi. Colle valvole a tre elettrodi, è generalmente necessario impiegare qualche mezzo per neutralizzare la capacità interna delle valvole in modo da impedire che oscilli quando i circuiti di placca e griglia sono accordati quasi alla medesima frequenza. Come nei circuiti riceventi, la griglia schermante fornisce un mezzo che rende superflua la neutralizzazione; anche valvole trasmittenti a griglia schermante fornendo una potenza fino a 750 watt, sono state usate con successo.

Due di queste sono mostrate nelle figure 10 e 11.
Tali valvole vengono impiegate quasi nella medesima maniera delle valvole a tre elettrodi amplificatrici di potenza, colla sola differenza che naturalmente vengono omessi i circuiti neutralizzanti, I circuiti di griglia e di placca devono essere schermati l'uno dall'altro per impedire che reagiscano tra di loro poichè lo schermaggio nel tubo elimina solamente la reazione nell'interno del tubo stesso. La eliminazione dei circuiti neutralizzanti semplifica naturalmente il disegno dell'apparato trasmittente e, specialmente nel caso di apparati trasmittenti che devono operare con diverse frequenze, porta spesso una riduzione nel numero delle regolazioni.

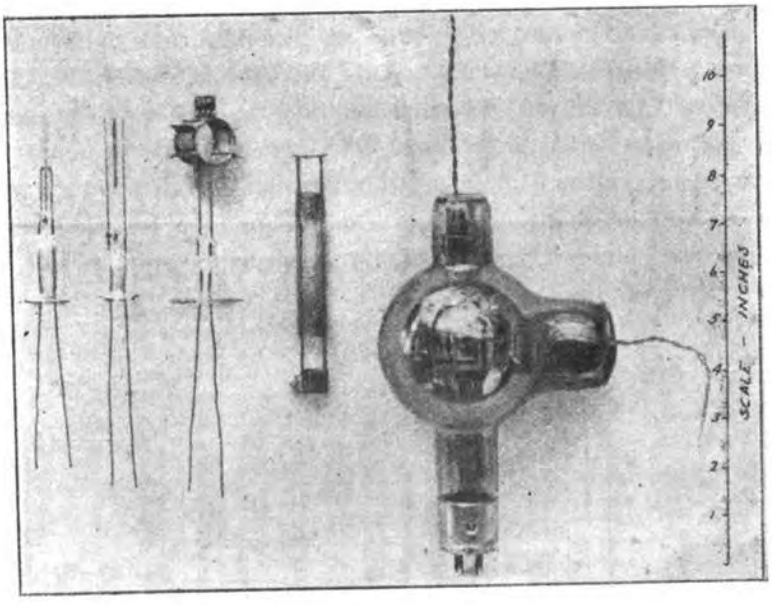


Fig. 10.

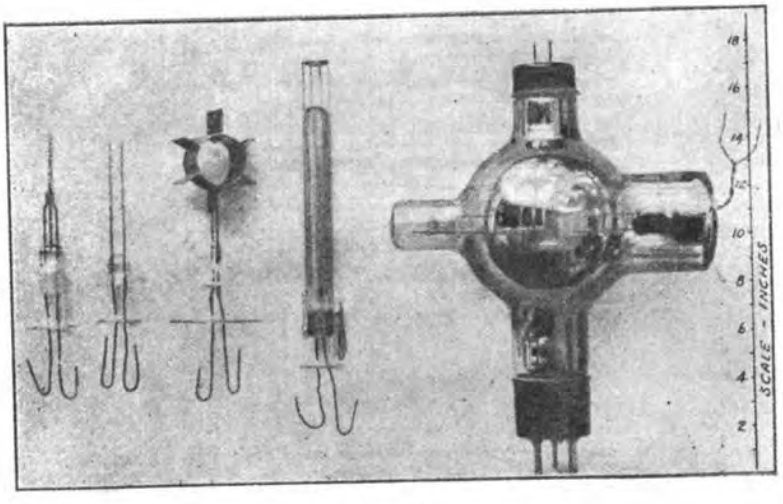
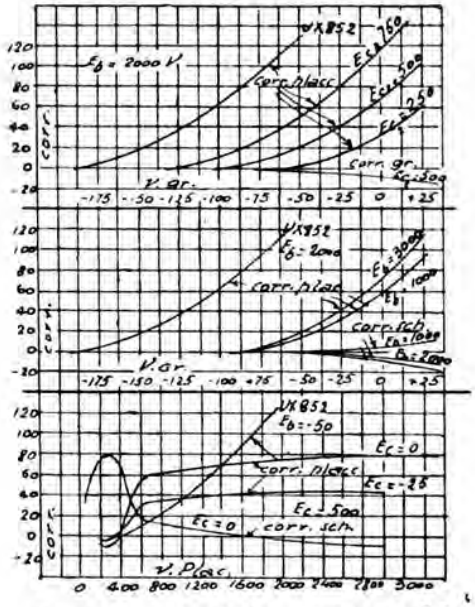


Fig. 11.

Le due valvole illustrate derivano ambedue da due normali valvole trasmittenti a tre elettrodi ad ognuna delle quali è stata aggiunta una griglia schermante. La valvola più piccola fornisce una potenza che può arrivare a 75 watt ed è simile alla valvola Radiotron *UX*-852 mentre, la valvola più grande è derivata da una valvola trasmittente ad onde corte di 750 watts. In ogni caso il filamento e la placca ed in pratica l'intera struttura degli elettrodi sono gli stessi nelle valvole a quattro elettrodi che in quella a tre elettrodi, la griglia schermante è sempre fissata ai sostegni ordinari del filamento della griglia.



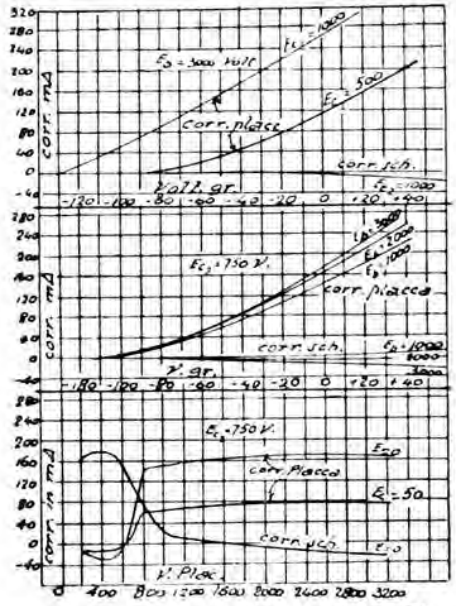
Caratteristiche della valv. scherm. 75 watts

Fig. 12

Le caratteristiche statiche della valvola di 75 watt sono mostrate nella fig. 12 e per paragone sono state disegnate in basso anche alcune delle analoghe caratteristiche della valvola.

Le curve simili per la valvola a griglia schermante di 750 watt sono mostrate nella fig 13.

L' effetto della griglia schermante sulla capacità interna è mostrato paragonando la capacità griglia di controllo-placca della valvola a tre elettrodi, con quella delle valvole a 4 elettrodi. Nella valvola UX-852 le capacità griglia-placca è di 2,5 $\mu\mu f$, che è un



Valvola a griglia scherm. 75 watt.

Fig. 13.

valore relativamente basso per una valvola a tre elettrodi, poichè essa è stata studiata per l'impiego di onde corte. Lo schermo riduce tale valore a 0,05 $\mu\mu f$. Nella valvola da 750 watt, lo schermo riduce la capacità da 3,9 $\mu\mu f$ a 0,05 $\mu\mu f$.

La valvola a griglia per la carica spaziale.

Il primo lavoro su questo tipo è dovuto a Langmuir in America, ed a Schottky e Barhausen in Germania. La valvola prende il nome dal fatto che la griglia interna è usata in modo da ridurre la carica spaziale intorno al catodo e conseguentemente di ridurre la resistenza interna della valvola. Ciò è ottenuto senza una diminuzione del fattore di amplificaziane e quindi vi è un aumento della conduttanza mutua in corrispondenza della diminuzione della resistenza interna.

La griglia interna o griglia per la carica spaziale, nella sua più semplice connessione, è portata ad un determinato potenziale positivo rispetto al filamento. L'altra griglia è l'elettrodo di con-

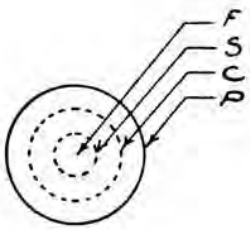


Fig. 14

trollo ed esercita esattamente la medesima funzione come in una valvola a tre elettrodi. La disposizione delle due griglie è perciò proprio l'opposto di quella della valvola a griglia schermante.

La riduzione della carica spaziale è il risultato della formazione di un catodo virtuale nella regione compresa tra le due griglie e molto vicine e quella esterna. La fig. 14 illustra una sezione normale all'asse di placca della valvola e la fig. 15 mostra lo schema d'inserzione della valvola.

La tensione positiva della griglia per carica spaziale è generalmente compresa tra $^1/_4$ ed $^1/_2$ della tensione di placca. Gli elettroni che abbandonano il catodo *F* (fig. 14) vengono accelerati dalla forza esercitata su di loro dalla prima griglia *S*. Alcuni di essi colpiscono *S*, e, costituendo una parte della corrente che passa nel circuito della griglia per la carica spaziale. Gli altri, passano

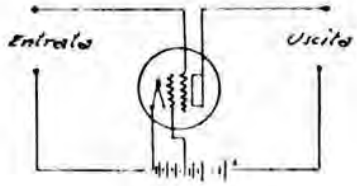


Fig. 15.

attraverso i fori della griglia e poichè essi viaggiano ora in senso contrario alla forza elettrostatica essi arrivano a fermarsi in una regione vicino alla griglia di controllo *C*. Alcuni sono ora respinti indietro ad *S*, ma poichè altri prendono il loro posto, vi è un continuo rifornimento di elettroni che sono fermi quasi nella regione prossima alla griglia di controllo. L'effetto è quasi lo stesso come se il catodo fosse posto molto vicino alla griglia esterna: molto più vicino di quanto potrebbe essere realizzato con mezzi meccanici. In tal modo la resistenza anodica è ridotta proprio nella stessa misura che si avrebbe in una valvola a tre elettrodi nella quale la griglia fosse posta molto vicino al filamento. Naturalmente nel progettare una valvola con griglia per carica spaziale il fattore di amplificazione e la resistenza anodica possono farsi alti o bassi come si desidera, allo stesso modo di una valvola a tre elettrodi. In ogni modo il più grande guadagno nella conduttanza mutua, è quando si paragona con essa la valvola a tre elettrodi avente il medesimo fattore di amplificazione, si ha con una valvola a grande o medio fattore di amplificazione.

Caratteristiche della valvola UX-222 come valvola a griglia per carica spaziale.

La valvola *UX*-222 è stata originariamente studiata per essere usata come amplificatrice a griglia schermante, ma con opportune connessioni delle griglie può essere usata come valvola con griglia per cariche spaziali. Poichè la griglia esterna ha dei fori molto ravvicinati è ovvio che la valvola avrà un fattore di amplificazione relativamente alto (in paragone alla normale valvola a tre elettrodi) quando viene usata in tal modo, benchè non così alto come quando viene usata come valvola a griglia schermante. Nelle normali condizione di funzionamento il fattore di amplificazione è compreso tra 60 ed 80 circa. Naturalmente la resistenza anodica sarà anche alta e la valvola è perciò molto più utile con circuiti di accoppiamento ad alta impedenza quali gli amplificatori a resistenza

Le figure 16 e 17 mostrano le caratteristiche statiche della valvola con connessioni della griglia per carica spaziale. Le curve della corrente anodica hanno il medesimo andamento generale di quelle della valvola a tre elettrodi. Le correnti della griglia per carica spaziale I_{c1} sono più alte della corrente anodica per valori relativi della tensione E_{c2} della griglia di controllo, ma quando E_{c2} diviene positivo, I_{c1} diminuisce ed eventualmente diviene minore della corrente di placca. Ciò è spiegato dal fatto che per bassi valori della corrente di placca la maggior parte degli elettroni che passano attraverso la griglia per carica spaziale evenlualmente ritornano ad essa e comprendono una corrente relativamente alta; ma quando la tensione della griglia di controllo è fatta più positiva la placca assorbe sempre più elettrodi dallo spazio compreso tra le due griglie e meno ne possono tornare alla griglia interna. Se la griglia di controllo è portata ad un potenziale sufficientemente positivo, tutti gli elettroni che passano attraverso la griglia interna raggiungono la placca (o la griglia esterna) e la corrente della griglia interna raggiunge il suo valore minimo.

Il fattore di amplificazione, la resistenza anodica e la condut-

tanza mutua della valvola *UX*-222 usata come valvola a griglia per carica spaziale sono mostrati nella figura 18.

Usando tale valvola in un amplificatore ad audio frequenza a resistenza, con un accoppiamento a resistenza di 300.000 ohm, tensione continua di griglia di 0,75 volta e alimentazione di placca di 180 volta, la tensione alla placca sarà di 90 volta.

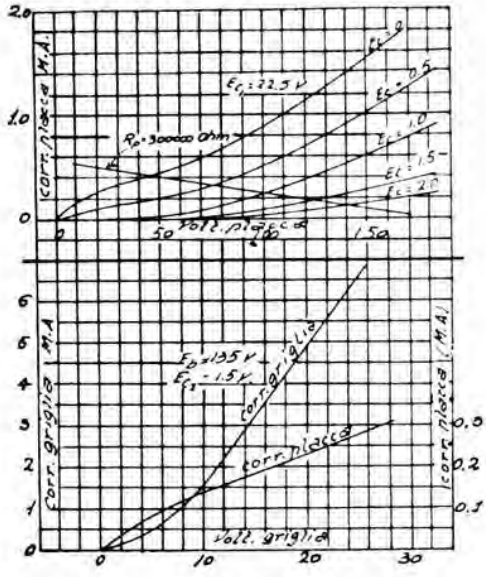


Fig. 16

Il fattore di amplificazione è approssimativamente 80 e la resistenza anodica 160.000 ohm. L'incremento della conduttanza mutua dovuta alla griglia per carica spaziali e qui molto apparente. Una valvola a tre elettrodi della medesima grandezza con un fattore di amplificazione di 80 e lavorante ad una tensione di placca di 90 volta avrebbe una conduttanza mutua di circa 125 ossia solamente un quarto di quella di una valvola con griglia per carica spaziale. Una delle limitazioni nell'uso della valvola con fattori di amplificazione molto alti sugli amplificatori a resistenza è che la

capacità del loro circuito di griglia può diventare molto alta. Ciò risulta in una caduta dell'amplificazione alle più alte audio frequenze.

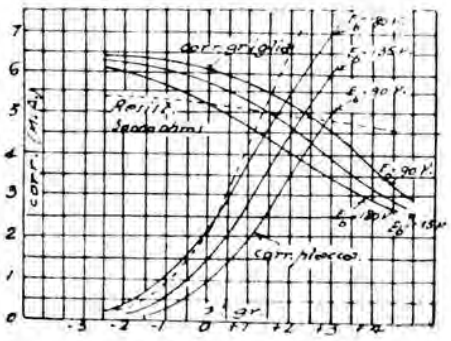


Fig. 17.

Più alta è l'amplificazione dello stadio, più serio diventa questo effetto perchè la capacità è

$$C_g = C_{gf} + C_{pg}\ (A_v + 1) \qquad (3)$$

dove

C_{gf} = la capacità griglia — filamento
C_{pg} = la capacità griglia — placca
A_v = amplificazione di tensione dello stadio.

La medesima limitazione si ha per le valvole a griglia per carica spaziale aventi un'alto fattore di amplificazione. Come sarà mostrato più innanzi la valvola a griglia schermante usata in circuito accoppiato a resistenza non presenta questa alta capacità benchè essa abbia un'altra specie di limitazione.

Prima di lasciare l'argomento delle caratteristiche delle valvole con griglia per carica spaziale può essere utile ripetere che tutto quanto è stato detto intorno all'alto fattore d'amplificazione ed alla

resistenza di placca, si riferisca solamente alla valvola UX-222 e non a tutte le valvole con griglia per carica spaziale. Queste valvole possono essere costruite con qualunque fattore di amplificazione che si desideri, lo stesso come le valvole a tre elettrodi. Valvole con un fattore da 6 e 10 sono state usate abbastanza largamente in Europa per molti anni con lo scopo di usare basse

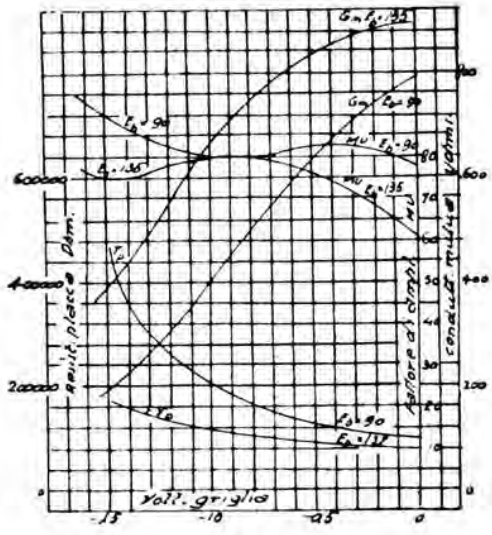


Fig. 18

tensioni di placca dell'ordine tra 6 e 20 volta. Alcuni tentativi sono stati fatti in Inghilterra senza nessuna tensione di placca oltre la caduta di tensioni lungo il filamento, ma in tal caso i risultati non sono stati così buoni come quando si adoperava al minimo 6 od 8 volta. Potrebbe sembrare che una valvola con griglia per carica spaziale potrebbe essere impiegata per aumentare la conduttanza mutua di una valvola amplificatrice di potenza, ma ciò non è stato fatto con successo. Una valvola amplificatrice di potenza, deve normalmente lavorare con alta tensione base di griglia ad alta tensione alternata immessa. In una valvola contenente una

griglia per carica spaziale la curvatura delle curve « tensione di placca, corrente di placca, a tensione di griglia negativa molto alta è tale che la distorsione è anormalmente alta. Di qui deriva che l'aumento della potenza ottenuta non è così grande come potrebbe aspettarsi ad un largo aumento della conduttanza mutua che si ha per basse tensioni di griglia e con piccola ampiezza.

La valvola a griglia schermante come amplificatrice ad audio frequenza.

Un esame delle caratteristiche della valvola a griglia schermante, mostra che mentre la valvola non può essere impiegata per l'amplificazione ad audio frequenza nella maniera normale con accoppiamento a trasformatori a causa della sua alta resistenza di placca, può invece venire usata con accoppiamenti a resistenza. È già stato mostrato che quando la valvola *UX*-222 è stata usata come valvola con griglia per carica spaziale con accoppiamento a resistenza l'amplificazione di tensione è alta, ma cade alle più alte frequenze. La valvola a griglia schermante ha una capacità griglia placca di soli 0,02 $\mu\mu f$ e quindi anche quando è moltiplicata per amplificazione di tensione di 40 e solamente una piccola frazione della totale capacità del circuito di griglia che è perciò praticamente eguale alla capacità griglia filamento stesso. In ogni modo però l'amplificazione della valvola griglia schermante non è così grande come potrebbe aspettarsi. Ciò è spiegato dalla fig. 19. Se si suppone che la tensione fornita sia di 180 volta, una resistenza in serie darebbe la caratteristica con zavorra mostrata dalla retta passante per il punto 180 volta ed avente una pendenza eguale alla reciproca della resistenza. Tale retta taglia le curve della corrente di placca per $E_{c1} = o$ e $E_{c1} = 1{,}5$ in punti molto lontani dal campo di funzionamento normale e fuori della parte orizzontale della caratteristica di placca. Vi sono due maniere per correggere tale condizione: si può diminuire la tensione di schermo e rendere maggiormente negativa la tensione della griglia di controllo. Am-

bedue tali procedimenti rendono più bassa la conduttanza mutua, ma ciò non può essere evitato. Riferendoci di nuovo alla fig. 19

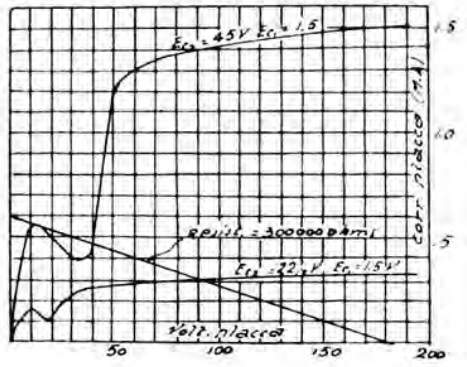


Fig. 19.

la curva più bassa rappresenta la condizione più opportuna di funzionamento e quì l'amplificazione di tensione per piccole oscillazioni di griglia è di circa 40.

Valvola a doppia funzione ed usi diversi.

La maggior parte delle applicazioni della valvola a quattro elettrodi di questa classe possono essere ripartite in due gruppi: al primo gruppo appartengono quelle valvole nelle quali le griglie sono fatte per servire come griglia per carica spaziale e nel medesimo tempo come elettrodi di controllo o come elettrodo di uscita; il secondo quelle nelle quali le due griglie sono solamente elettrodi di controllo. Numerose varietà di valvole e di circuiti sono state proposte e nessun tentativo di discuterle sarà fatto in questo articolo. Solamente poche saranno prese in esame allo scopo di illustrare alcuni dei principii generali applicati.

Un semplice esame delle caratteristiche statiche della valvola con griglia per carica spaziale suggerisce immediatamente la possi-

bilità di fare uso delle variazioni della corrente di griglia per carica spaziale che si hanno con le variazioni della tensione della griglia di controllo ed un gran numero di schemi per far ciò sono stati proposti. Le variazioni della corrente di griglia sono naturalmente opposte alle variazioni della corrente di placca: ed è cosa

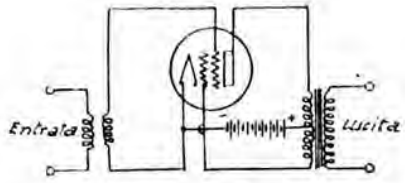


Fig. 20.

semplice legar tra loro ambedue i circuiti d'uscita. Per es. un trasformatore d'uscita con due primari in opposizione, connesso come è mostrato nella figura 20 combinerà gli effetti delle due correnti che si trovano in quella relazione di fase. Un risultato simile può

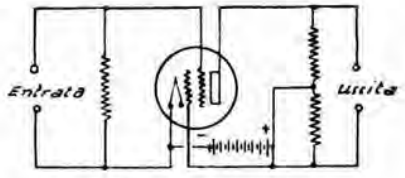


Fig. 21.

essere ottenuto con accoppiamento a resistenza come indica la figura 21. In questo ultimo caso si ha anche il vantaggio che non vi è bisogno di nessuna corrente continua attraverso la resistenza zavorra se le resistenze sono opportunemente equilibrate. Ciò può essere talvolta importante quando la valvola è impiegata per misure e permette anche l'amplificazione di tensioni continue. Un'altra

specie di schema simile al push-pull per amplificazione a radio frequenza è stato proposto in Francia nel quale la griglia per carica spaziale funziona nella sua maniera usuale e contemporaneamente agisce come un condensatore neutralizzante. L'aggiustamento di tale circuito può qualche volta essere critico, poichè la tensione alternata della griglia per carica spaziale che è usata per neutralizzare dipende parzialmente dalla emissione elettronica del filamento. È perciò necessaria una regolazione accurata della temperatura del filamento.

Tutti questi schemi sono stati mostrati con una sola batteria per la placca e per la griglia di carica spaziale. Se, come generalmente è il caso, la miglior tensione della griglia per carica spaziale è inferiore alla tensione di placca, si può usare una resistenza in serie per diminuire questa tensione fino al valore opportuno, resistenza che non introduce nessun altro effetto di qualche interesse. La disposizione dei circuiti è mostrata nella figura 22. Quando la

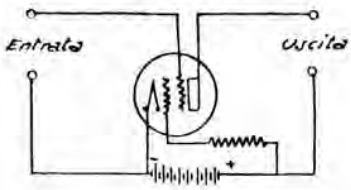


Fig. 22

tensione di controllo è variata, la corrente che passa attaverso la resistenza varia in direzione opposta alla corrente di placca ossia quando la corrente di placca aumenta la corrente della griglia di carica spaziale diminuisce e di conseguenza aumenta la caduta di tensione tra la griglia di carica spaziale ed il filamento. Questa tensione esercita un certo controllo sulla corrente di placca e benchè la sua azione sia meno rilevante, essa concorda con il controllo esercitato dalla tensione della griglia di controllo e quindi l'aumento della tensione della griglia per la carica spaziale si

aggiunge al cambiamento originario della tensione della griglia di controllo. L'amplificazione è perciò un po' più grande con questa resistenza nel circuito della griglia interna anche a parità di tensione della sua batteria di alimentazione. Le curve tratteggiate della fig. 17 mostrano l'effetto ottenuto con tale resistenza. La corrente della griglia per carica spaziale varia solo in debole misura col variare della tensione della griglia di controllo, mentre la corrente di placca cambia più rapidamente che senza la resistenza.

Un'altro metodo per fare uso delle variazioni della corrente di griglia per carica spaziale è quello di accoppiare il suo circuito a quello della griglia di controllo provocando così la rigenerazione. Naturalmente l'effetto reversivo può essere usato per controbilanciare ogni rigenerazione dannosa che per avventure esistesse a causa di un accoppiamento tra il circuito di placca ed il circuito di griglia.

A prima vista potrebbe sembrare che per virtù delle variazioni di corrente della griglia per carica spaziale tale tipo di valvola dovrebbe dare i medesimi risultati di due valvole a tre elettrodi impiegate in ogni tipo equilibrato del tipo del circuito push-pull. Ciò non è esatto invece perchè la potenza della corrente alternata che può essere ricavata dal circuito di griglia per carica spaziale è molto limitata. Avviene che mentre la griglia di controllo può produrre grandi cambiamenti di corrente nel circuito della griglia per carica spaziale, quando quest'ultima non contiene in serie nessuna impedenza esterna, i cambiamenti di corrente divengono molto più piccoli quando il circuito è zavorrato. In altre parole, il fattore d'amplificazione di tensione della griglia di controllo rispetto alla griglia per carica spaziale $\left(-\frac{d e_{g1}}{d e_{g2}}\right) i_{g1\,\mathrm{cost}}$ e la resistenza totale del circuito della griglia per carica spaziale $\left(\frac{d e_{g1}}{d i_{g_1}}\right)$ sono basse quantunque la conduttanza mutua $\left(\frac{d i_{g1}}{d e_{g2}}\right)$ sia relativamente alta.

Nel secondo gruppo di circuiti a doppia funzione, nei quali tutte e due le griglie agiscono come elettrodi di controllo, sono degni di nota solamente diversi circuiti Reflex, quelli rigeneratori a super-rigeneratori, i variatori di frequenza che anche sono ap-

parsi in pubblicazioni estere. Il numero delle combinazioni delle funzioni degli elettrodi è presso a poco illimitato e diversi di loro hanno un certo grado di utilità, benchè pochi di essi sono entrati nell'uso corrente. Ciò probabilmente è dovuto alle due limitazioni alle quali sono in pratica soggetti tutti gli schemi di questo gruppo a doppia funzione. Per agire come elettrodi di controllo, le due griglie devono operare ad un potenziale medio di zero o debolmente negativo in modo da non smarrire i circuiti d'entrata. Con le due griglie tra filamento e placca e a questo basso potenziale la resistenza di placca è relativamente alta ed il controllo delle due griglie è relativamente basso e meno di quanto si sarebbe potuto ottenere con una valvola a tre elettrodi nelle condizioni corrispondenti. L'altra limitazione si riferisce a quei circuiti nei quali tutte e due le griglie sono portate a tensione a radio frequenza, come per es. quelli nei quali una griglia è eccitata dall'antenna e l'altra accoppiata al circuito placca per produrre la rigenerazione. Tale limitazione è la capacità elettrostatica tra le due griglie che ordinariamente rende impossibile di variare il potenziale di una griglia senza influenzare l'altra.

Un'altro tipo di circuito a doppia funzione usa la placca come uno degli elettrodi di controllo ed il circuito d'utilizzazione è connesso ad una delle griglie.

* * *

CONCLUSIONE.

Particolare attenzione deve essere data alle pubblicazioni estere sulle valvole a quattro elettrodi. Quelle che sono state citate sono una piccola parte di quelle apparse e sono state scelte soltanto per dare un'idea del lavoro fatto in un certo numero di anni. È abbastanza strano che la valvola a griglia schermante benchè derivata dal primo lavoro di Schottky sia stata citata molto poco nelle pubblicazioni estere prima degli ultimissimi tempi, mentre un numero molto maggiore di pubblicazioni è stato fatto sulle valvole a griglia per carica spaziale e sui circuiti a doppia funzione.

Il grado di utilità generale delle varie valvole a quattro elettrodi può esprimersi dicendo che le valvole a griglia per carica spaziale adempiono alla medesima specie di funzioni delle valvole a tre elettrodi, ma con tensioni di placca più basse e con un'amplificazione un po' più alta; i circuiti a doppia funzione mentre sono spesso molto interessanti per la loro stessa natura, compiono con una sola valvola quanto può spesso essere fatto quasi con la stessa semplicità e con la stessa efficienza e qualche volta con minor dispendio con due valvole a tre elettrodi; ma le valvole a griglia schermante non solo permettono un grado di amplificazione a radio frequenza molto più grande di quello che può essere ottenuto con una valvola a tre elettrodi, ma elimina anche la reazione che è cosi spesso una dannosa funzione della valvola a tre elettrodi.

F. A.

Direttore responsabile: Prof. G. VANNI.

Anno VII° - N. 5. Settembre - Ottobre 1928-A. VI. (N. 22 della Raccolta).

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

BIBLIOTECA TECNICA DELLE TRUPPE SPECIALI

SOMMARIO:

Dott. NICOLA GRIFONE - Il quarzo piezoelettrico e le sue applicazioni nella tecnica radiotelegrafica.

Col. LUIGI SACCO. - Disturbi alle radioaudizioni. *(Continuaz. e fine).*

ABBONAMENTO.

ANNUO (6 numeri). . . . L. 12
UN NUMERO SEPARATO . . L. 3

Inviare l'importo a mezzo vaglia alla DIREZIONE DELL' ISTITUTO R. T. ED E. DEL GENIO MILITARE, Viale Mazzini 8. ROMA (149)

Roma, Tipo-Lit. Off. R.T. ed E. del Genio Mil.
N. 26 - 1928-VI.

Anno VII - N. 5. (N 22 della Raccolta) Settembre - Ottobre 1928 - Anno VI.

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO
DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

Diretto dal Prof. G. VANNI

Il quarzo piezoelettrico e le sue applicazioni nella tecnica radiotelegrafica

BIBLIOTECA NAZ. ROMA VITTORIO EMANUELE

Da che il problema del quarzo piezoelettrico e delle sue applicazioni radiotelegrafiche ha spinto i maggiori cultori di queste discipline ad occuparsene, numerose pubblicazioni sull'argomento sono comparse in tutte le lingue. Anzi il CADY *che è stato uno dei promotori delle applicazioni alla radiotecnica del quarzo piezoelettrico ha recentemente pubblicata una bibliografia che per quanto numerosa non presenta che uno o due autori italiani. La maggior parte di quelli citati sono americani ed inglesi. Non per questo mancano in Italia coloro che se ne siano occupati di proposito e con successo. Anzi è importante il metodo demoltiplicazione per la misura assoluta della frequenza che il* VALLAURI *presenta come dovuto al* VECCHIACCHI.

Dopo di ciò potrebbe sembrare inutile tornare sull'argomento se lo scopo di questo scritto non fosse quello di informazione e nello

stesso tempo quello di presentare ciò che di applicazione è stato fatto nell' Officina R. T. del Genio Militare.

Debbo ringraziare sentitamente il Direttore Principale dell' Officina Colonnello SACCO *che mi è stato, come sempre, larghissimo di aiuti e di consigli.*

PARTE I.

Piroelettricità e piezoelettricità.

1. - Notizie storiche e generalità.

Riscaldando o raffreddando un cristallo si hanno in punti determinati della superficie degli stati elettrici. Però l'elettricità si manifesta durante la variazione della temperatura e tanto maggiormente quanto più rapida è la detta variazione. L'estremità che è elettrizzata positivamente nell'accrescimento di temperatura (temperatura e potenziale variano simultaneamente) è chiamata, per proposta di ROSE, *il polo analogo*, l'estremità opposta *il polo antilogo*; asse elettrico quello che li congiunge.

I fenomeni piroelettrici sono stati osservati per la prima volta sulla tormalina, conosciuta in Europa dalla fine del XVII secolo. Si ricorda in un libro del 1707 che il medico polacco DAUM portò dall'isola di Ceylon una pietra che messa nella cenere calda l'attira dapprima e dopo la respinge. AEPINUS (1) riconobbe nel 1769 per primo che il fenomeno aveva carattere elettrico e che le due parti della tormalina possedevano elettrizzazioni di nome contrario.

KOLENKO ed HANKEL hanno scoperto che il quarzo possiede tre assi elettrici e per conseguenza sei poli, situati sui sei spigoli paralleli del prisma esagonale. HANKEL stesso dimostrò per primo che tutti i cristalli posseggono proprietà piroelettriche se cause

(1) AEPINUS. - Raccolta sulla tormalina. - Pietroburgo 1762 pag. 1.

estranee non vi si oppongono, per es. troppo grande conducibilità dello strato esterno.

L'elettricità si manifesta anche sotto uno sforzo, comprimendo il cristallo nella stessa direzione che abbiamo chiamato asse elettrico. Nella compressione si ottiene la stessa elettrizzazione che nel raffreddamento; nella dilatazione, dovuta a diminuzione di compressione, la stessa che nel riscaldamento. Variazioni di forma nello stesso senso producono dunque elettrizzazioni della stessa natura, siano dovute a cause termiche oppure a cause meccaniche.

Ciò doveva condurre all'idea che i fenomeni piroelettrici fossero essenzialmente fenomeni piezoelettrici, cioè che le elettrizzazioni nelle variazioni di temperatura sorgessero dalle deformazioni che accompagnano queste variazioni di temperatura, il che è stato brillantemente verificato.

Alcuni cristalli hanno queste proprietà in modo eccellente e sono chiamati appunto perciò *cristalli piezoelettrici;* essi sono il sale di Rochelle, tormalina, silicato di zinco, boracite, quarzo, ecc. Questi minerali dal punto di vista ottico sono birifrangenti e hanno una asimmetria nella struttura atomica come verificarono BRAGG e GIBBS (1), i quali riscontrarono proprietà piezoelettriche nel quarzo-alfa asimmetrico e non le riscontrarono nel quarzo-beta con struttura atomica simmetrica. Il calcolo mostra inoltre che, perchè un cristallo sia piezoelettrico, la condizione essenziale è che non possegga centro di simmetria.

Per il nostro studio il sale di Rochelle che mostra avere qualità piezoelettriche migliori non è conveniente perchè è fragile, non adatto alla lavorazione e può cambiare dimensioni facilmente nell'uso, specialmente quando è messo in contatto con l'acqua. D'altronde se si adopera come risonatore in connessione ad un oscillatore della potenza di pochi watt si rompe con una serie di spaccature a rete in tutto il cristallo. Tutte le prove fatte da vari sperimentatori non sono riuscite. La tormalina è troppo dispendiosa per essere considerata come prodotto industriale e perciò si è da tutti preferito il quarzo.

---

(1) BRAGG e GIBBS. - Proc. Royal Society. - Vol. 109 - 1926.

2. - Il quarzo piezoelettrico.

Il quarzo fra gli altri minerali piezoelettrici è dunque quello che si presta di più nell'impiego della tecnica radiotelegrafica.

L'applicazione fatta dal CADY e dal PIERCE ha preso ora grande sviluppo e non sarà lontano il tempo in cui essa sarà ordinaria.

Il quarzo, biossido di silicio ($Si\ O_2$), si trova in cristalli naturali, anche di rilevanti dimensioni, del sistema esagonale, è in generale incolore e cattivo conduttore. La forma più diffusa è quella del prisma esagonale con piramide terminale, essendo la base quasi sempre impianata nella roccia. Un asse ottico del cristallo è quello che passa per i vertici delle due piramidi. Gli assi elettrici, che sono 3, passano per gli spigoli del prisma.

Nel 1880 P. e J. CURIE nelle ricerche sui minerali radioattivi segnalarono che se si comprimeva tra due lastre una lamina di quarzo tagliata convenientemente da un cristallo emiedro a facce inclinate si sviluppavano delle cariche elettriche opposte su due facce.

Subito dopo, il LIPPMANN, nel 1881 basandosi sulle applicazioni dei principi fondamentali della conservazione dell'energia della conservazione dell'elettricità e del principio di CARNOT dimostrò in particolare la reversibilità del fenomeno.

Le esperienze intraprese dai CURIE nel 1881 e 1889 ne dettero la verifica. Essi tagliarono una lamina nel cristallo secondo la figura 1 perpendicolarmente ad uno degli assi elettrici e lungo l'asse ottico e ne ebbero un parallelopipedo in cui la lunghezza b è secondo l'asse ottico, lo spessore s secondo l'asse elettrico e la larghezza l secondo un asse perpendicolare a due facce laterali del prisma o come si chiama anche: asse piezoelettrico.

Le proprietà del quarzo secondo CURIE si possono enunciare così:

1.) - Comprimendo la lastra normalmente alle facce $A\,B\,C\,D$; $E\,F\,G\,H$, cioè nel senso dell'asse elettrico si ha sulle suddette facce una quantità d'elettricità:

$$q = k\,F$$

dove F è la forza applicata e k la costante piezoelettrica, che fu poi determinata e ha i valori:

$k = 6{,}90 \times 10^{-8}$ u. ass. *C. G. S.* (*F* in dine).

$k = 0{,}0677$ u. Es. (*F* in Kg.)

Se invece di applicare una compressione, si esercita una trazione il segno delle cariche si inverte.

2.) Comprimendo il cristallo in direzione normale agli assi ottico ed elettrico, normalmente cioè alle facce *A B F E* e *C D H G*

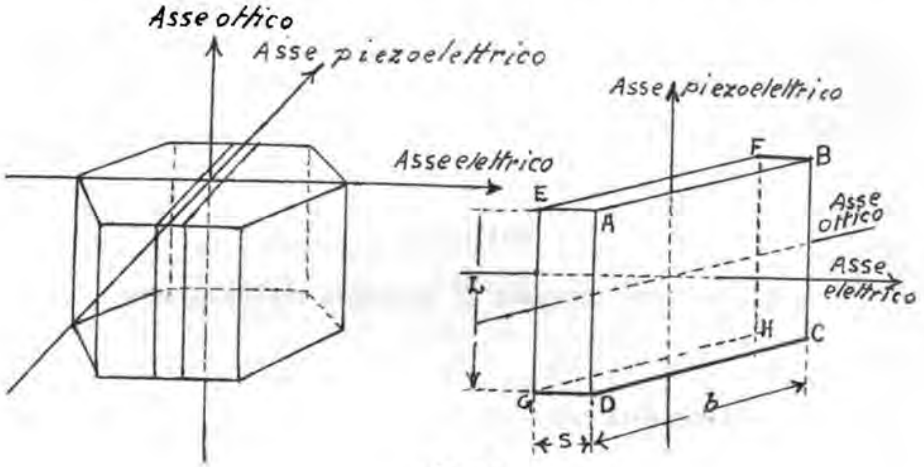


Figura 1.

si ha sviluppo di elettricità sulle medesime facce di prima con cariche contrarie alle precedenti e la quantità di elettricità è:

$$q = -k \frac{l}{S} F$$

3.) Reciprocamente applicando una differenza di potenziale V tra le facce normali all'asse elettrico, la lamina si contrae o si dilata secondo l'asse elettrico di:

$$\delta = k V,$$

mentre si dilata o contrae rispettivamente nella direzione normale (asse piezoelettrico) di:

$$\delta = -k \frac{l}{S} V.$$

Non si osserva nessuna modificazione secondo l'asse ottico.

4.) Comprimendo o dilatando il cristallo nella direzione dell'asse ottico non si nota nessun effetto piezoelettrico; come se si applica una differenza di potenziale tra le due facce perpendicolari all'asse ottico non si nota nessuna deformazione meccanica.

I CURIE usavano il quarzo come campione di quantità di elettricità dato appunto la costanza di elettricità sviluppata sulle due facce per un determinato peso.

Altra applicazione che essi ne fecero fu il manometro piezoelettrico, nel quale misuravano la quantità di elettricità sviluppata per pressione da diverse lastrine tagliate convenientemente ed assoggettate alla pressione da misurare.

PARTE II.

Il quarzo come campione di frequenza radiotelegrafica

1. - Generalità sulle vibrazioni.

Applichiamo ai due elettrodi, fra cui sia posta una lamina di quarzo, tagliata come precedentemente si è detto, una differenza di potenziale alternata. Il quarzo subirà delle dilatazioni e delle contrazioni secondo l'asse elettrico, perpendicolare ai due elettrodi, dilatazioni e contrazioni che seguiranno in generale le variazioni della differenza di potenziale. Si avranno così delle oscillazioni forzate di due specie: longitudinali che si producono parallelamente all'asse elettrico, trasversali secondo l'asse perpendicolare all'asse elettrico. La vibrazione in ciascun senso è massima quando la frequenza della differenza di potenziale applicata è uguale ad una frequenza propria del cristallo. A ciascuna direzione (longitudinale e trasversale) corrisponde un periodo proprio con due ventri di vibrazioni alle estremità e un nodo nel centro.

Per calcolare la frequenza di dette vibrazioni si può calcolare prima la velocità con la formula:

$$v = \sqrt{\frac{\mu}{d}}$$

dove μ è il modulo di YOUNG e d la densità; ed utilizzare quindi la relazione generale tra frequenza e lunghezza d'onda: $\lambda = \frac{v}{f}$. Inoltre per quanto si è detto la lunghezza d'onda sarà il doppio della dimensione secondo la quale avvengono le oscillazioni.

Per il quarzo: $d = 2{,}65$; il modulo secondo VOIGT è $\mu = 8{,}10^{11}$ dine cm^2 circa. Allora:

$$v = 5{,}5 \times 10^5 \text{ cm/sec} \qquad \text{oppure}$$
$$v = 5{,}5 \times 10^6 \text{ mm/sec}$$

Quindi la lunghezza d'onda d'una vibrazione di frequenza f periodi a sec. è:

$$\lambda = \frac{5{,}5 \times 10^6}{f} \text{ mm.}$$

Volendo, per esempio, considerare la frequenza delle oscillazioni secondo l'asse elettrico e chiamando lo spessore della lamina secondo l'asse elettrico con s sarà $\lambda = 2\ s$ e perciò:

$$2\ s = \frac{5{,}5 \times 10^6}{f}$$

da cui:

$$f = \frac{2{,}75 \times 10^6}{s} \text{ cicli sec.} \quad \text{oppure:} \quad f = \frac{2750}{s} \text{ kilocicli/sec.;}$$

e ciò corrisponde ad una lunghezza d'onda di m. 109 per lo spessore di un millimetro.

In generale per le lamine tagliate perpendicolarmente all'asse elettrico, come in [2] (fig. 2), si ha una lunghezza d'onda che varia tra 100-115 metri per ogni mm. di spessore. Questo è il metodo generalmente eseguito nel taglio delle lastrine; però HITCHCOCK nei suoi esperimenti dice di averle tagliate come in [1] avendo una lunghezza d'onda variante fra 140-150 metri per ogni mm. di spessore. Per una data lunghezza d'onda il cristallo del metodo [1] è 2/3 meno spesso che quello del metodo [2]. Per qualcuna delle lunghezze d'onda, il più sottile cristallo del metodo [1] ha secondo HITCHCOCK dei vantaggi ben definiti, dovuti al fatto che vi è applicato un più forte campo elettrico.

Le deformazioni di cui parliamo, nelle vibrazioni del quarzo, sono molto piccole. Però non sarà più così se la frequenza della

differenza di potenziale alternata è la stessa della frequenza di una delle vibrazioni fondamentali del quarzo, o secondo l'asse elettrico o secondo il 3° asse. Essendovi in questo caso risonanza, le deformazioni possono raggiungere una grande ampiezza, come è ben noto che accade in tutti i fenomeni oscillatori.

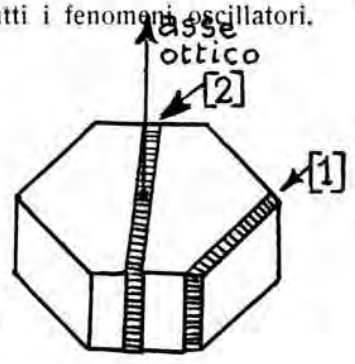


Figura 2.

Questo fenomeno di risonanza è esaltato dal debole smorzamento proprio del quarzo ed è chiaro come delle oscillazioni elettriche possano, se della stessa frequenza di quelle proprie del quarzo, far subire al cristallo deformazioni importanti e perfino la rottura se la differenza di potenziale fra le due armature è sufficientemente elevata.

Oltre le due frequenze delle differenze di potenziale fondamentali che provocano la risonanza del quarzo secondo l'asse elettrico o secondo l'asse ternario e la cui frequenza dipende dallo spessore della lamina in dette direzioni, vi sono anche gli armonici dei periodi di dette differenze di potenziale. Si vedrà in seguito come ottenere in quei casi la risonanza del quarzo.

Consideriamo un circuito oscillante costituito da una induttanza L e da una capacità formata da un condensatore ordinario C e dalla lamina di quarzo q montata in parallelo (fig. 3).

Supponiamo il circuito accordato quasi sulla frequenza propria del quarzo ed L in accoppiamento lasco con il circuito di placca di un oscillatore a lampada. Se si fa variare in modo continuo la lunghezza d'onda delle oscillazioni di questo apparecchio, col

variare per es. la capacità C_p, si sente ad un dato istante un breve suono. Si può spiegare così: che nel momento in cui l'oscillatore ha una frequenza uguale a quella del quarzo, questo entra in oscillazione e vi persiste per il suo debole smorzamento insieme

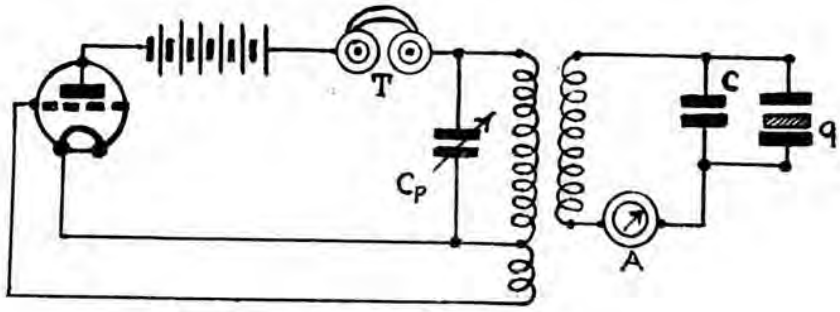


Figura 3.

al circuito $L\ C\ q$. Però la oscillazione cambiando di frequenza si ha interferenza con le oscillazioni proprie e quindi il suono breve è di altezza variabile.

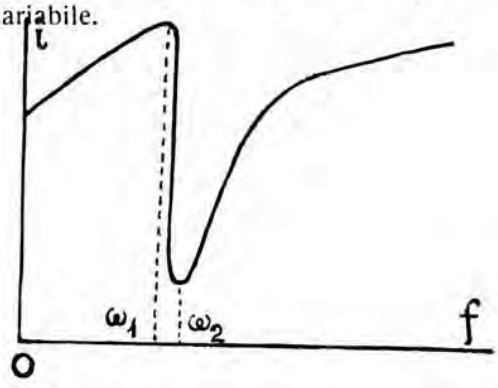


Figura 4.

Se inoltre inseriamo un indicatore di corrente A nel circuito $L\ C\ q$ si constata che facendo variare la frequenza dell'oscillazione generata dalle lampade, l'intensità di corrente misurata in A, in funzione della frequenza, ha l'andamento del diagramma della figura 4.

La corrente aumenta per il fatto che la frequenza delle oscillazioni induttrici si avvicina a quella del circuito. Si arriva così al massimo; la caduta brusca è dovuta al fatto che il quarzo, entrando in oscillazione per risonanza, sottrae energia al circuito, per effetto delle vibrazioni meccaniche del quarzo, equivalendo ciò ad un grande aumento della resistenza elettrica.

Si ammette quindi che la frequenza delle oscillazioni corrispondente al minimo sia uguale alla frequenza delle vibrazioni meccaniche. Però la cosa è un pò diversa perchè il quarzo non si comporta solamente come una capacità.

In realtà mentre una differenza di potenziale alternata carica le armature, entro cui è posto il cristallo, esso provoca una deformazione della lamina, il che dà su ciascuna delle facce una quantità di elettricità proporzionale alla deformazione e di segno contrario a quella applicata, che quindi fa diminuire quest'ultima, come se aumentasse la capacità.

Mentre nel caso del condensatore ordinario di capacità C, per produrvi una differenza di potenziale v bisogna dargli una carica $q = C\,v$, nel caso che si impieghi il quarzo piezoelettrico, come dielettrico, bisogna fornirgli la carica:

$$q = C\,v + q_1,$$

dove q_1 deve servire ad annullare la quantità di elettricità provocata dalla deformazione piezoelettrica.

L'intensità di corrente nel caso del condensatore ordinario è $i = c\,\frac{d\,v}{d\,t}$, mentre nel caso del quarzo:

$$i = c\,\frac{d\,v}{d\,t} + \frac{d\,q_1}{d\,t}\,.$$

L'equazione ci fa vedere che il circuito nel caso del quarzo si può considerare come formato da un condensatore costituito dalle due armature con la lamina di quarzo e da un secondo circuito in parallelo la cui azione si può facilmente trovare.

Per quanto sia complessa la deformazione dovuta ad una differenza di potenziale periodica, nel caso della risonanza, il movimento può essere considerato come un movimento pendolare provocato dalla forza $K\,v$. L'equazione del movimento è:

(1) $$\alpha \frac{d^2 x}{d t^2} + \beta \frac{d x}{d t} + \gamma x = K v$$

essendo α proporzionale al momento d'inerzia, β allo smorzamento, γ alle forze elastiche destate dalla deformazione.

Cerchiamo di calcolare la corrente $i_1 = \frac{d q_1}{d t}$; sapendo inoltre che q_1 è proporzionale alla deformazione e cioè:

$$q_1 = k x.$$

Derivando la (1) rispetto a t:

$$\alpha \frac{d^3 x}{d t^3} + \beta \frac{d^2 x}{d t^2} + \gamma \frac{d x}{d t} = k \frac{d v}{d t}$$

e notando che:

$$\frac{d x}{d t} = \frac{1}{K} \quad \frac{d q_1}{d t} = \frac{i_1}{K}$$

avremo, sostituendo e dividendo per K,

(2) $$\frac{\alpha}{K^2} \frac{d^2 i_1}{d t^2} + \frac{\beta}{K^2} \frac{d i_1}{d t} + \frac{\gamma}{K^2} i_1 = \frac{d v}{d t}.$$

Se noi consideriamo ora un circuito costituito da una induttanza di valore L, una resistenza di valore R ed una capacità di valore C e all'estremità del quale è applicata una differenza di potenziale v abbiamo:

$$L \frac{d^2 q}{d t^2} + R \frac{d q}{d t} + \frac{1}{c} q = v$$

derivando, e tenendo conto che $i = \frac{d q}{d t}$,

(3) $$\frac{d v}{d t} = L \frac{d^2 i}{d t^2} + R \frac{d i}{d t} + \frac{1}{c} i.$$

Confrontando la (2) e la (3) si vede che il circuito del quarzo in parallelo sul condensatore può essere considerato come equivalente ad un circuito costituito da capacità C, resistenza R e induttanza L con:

$$L = \frac{\alpha}{K^2}; \quad R = \frac{\beta}{K^2}; \quad C = \frac{k^2}{\gamma}.$$

Secondo CADY chiamando con s lo spessore del cristallo secondo l'asse elettrico, l la lunghezza secondo l'asse piezoelettrico, b la

dimensione secondo l'asse ottico si ha per le vibrazioni longitudinali (secondo l'asse elettrico) le quali sono le più comuni:

$$R = 130000 \frac{s}{b^2} \text{ ohm}; \qquad C = 0{,}0022 \frac{b\,l}{s} \mu\mu \text{ farad};$$

$$L = 130 \frac{l^3}{b^2} \text{ henry};$$

dove le lunghezze sono espresse in cm. La capacità propria del condensatore avente per dielettrico il quarzo è:

$$C_1 = 0.40 \frac{l\,b}{s} \mu\mu \text{ farad};$$

e lungi dalle regioni prossime alla risonanza si può considerare il quarzo come un dielettrico ordinario.

2. - Circuito elettrico equivalente al quarzo piezoelettrico.

La corrente piezoelettrica è massima quando vi è risonanza tra la vibrazione meccanica e la differenza di potenziale eccitatrice. Lungi dalla risonanza il condensatore a quarzo presenta una capacità pressochè costante. Invece vicino ad essa risonanza la capacità si comporta come *negativa*.

La curva di risonanza presenta un crepaccio stretto e profondo. Secondo CADY ed altri, dall'esame del comportamento del condensatore avente per dielettrico il quarzo, pensarono di rappresentarlo mediante un circuito equivalente (fig. 5) in cui C_1 è la capacità propria del quarzo per tutte le frequenze lontane dalla risonanza; $L\ C\ R$ è un circuito equivalente al quarzo e che presenta gli stessi fenomeni di esso.

Solo che il calcolo di tale circuito fatto dal DYE è molto complicato e vale la pena semplificarlo, seguendo il JOUAUST supponendo trascurabile in prima approssimazione, la resistenza R e ciò si può fare per il debole smorzamento del quarzo (fig. 6).

Sia C_1 la capacità propria del quarzo, L l'induttanza e C la capacità in serie tra loro e in parallelo sul condensatore a quarzo. L'impedenza di questo circuito fittizio, equivalente al quarzo è:

$$Z = \frac{V}{I} = -\frac{j}{\Gamma\,\omega}$$

dove Γ è la capacità equivalente di tutto il circuito.

Calcolando separatamente

$$I_1 = j\ \omega\ C_1\ V;$$

inoltre:

$$V = j\,\omega\,L\,I_2 - j\,\frac{I_2}{\omega\,C},$$

da cui:

$$I_2 = \frac{V}{j\,\omega\,L - j\,\dfrac{1}{\omega\,C}}.$$

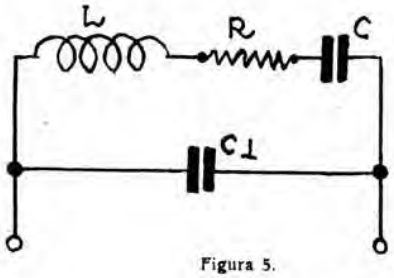


Figura 5.

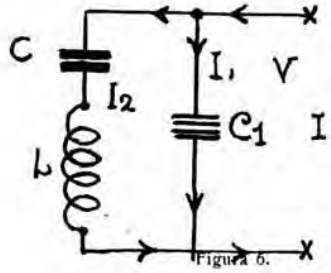


Figura 6.

Quindi:

$$j\,\omega\,\Gamma = \frac{I_1 + I_2}{V} = \frac{1}{j\left(\omega\,L - \dfrac{1}{\omega\,C}\right)} + j\,\omega\,C_1,$$

$$\Gamma\,\omega = \frac{1}{\omega\,L - \dfrac{1}{\omega\,C}} + \omega\,C_1 = \frac{\omega\,C}{\omega^2\,C\,L - 1} + \omega\,C_1$$

$$= -\,\omega\left[\frac{C + C_1\,(1 - \omega^2\,C\,L)}{1 - \omega^2\,C\,L}\right] = -\,\omega\,\frac{C + C_1\,y}{y},$$

dove abbiamo chiamato:

$$y = 1 - \omega^2\,C\,L.$$

In definitiva:

$$(4)\quad Z = -\frac{j}{\omega \Gamma} = \frac{j\,y}{\omega\,(C + C_1\,y)} = \frac{j\,y}{\omega\,C_1\left(y + \frac{C}{C_1}\right)};$$

e la capacità:

$$\Gamma = \frac{C + C_1\,y}{y} = \frac{C}{y} + C_1 = \frac{C}{1 - \omega^2\,L\,C} + C_1.$$

Il quarzo è equivalente al circuito di cui sopra si comporta quindi come avente detta capacità, la quale dipende da ω per il tramite di y.

L'espressione di Γ è positiva salvo nell'intervallo:

$$y = o \qquad y = -\frac{C}{C_1}.$$

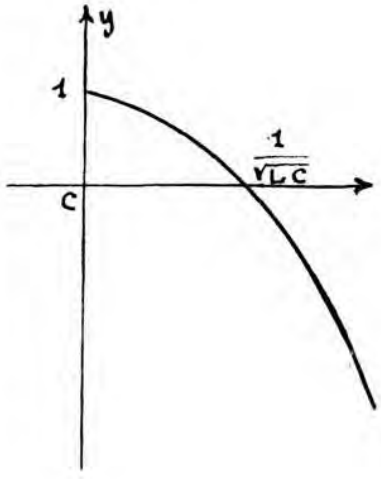
Portiamo sulle ascisse i valori di ω e sulle ordinate i valori di Γ o di y ed avremo le seguenti curve (fig. 7).

La curva di Γ in funzione di ω presenta un asintoto parallelo all'asse Γ per $\omega = \frac{1}{\sqrt{L\,C}}$; e cioè vicino alla risonanza la capacità Γ passa bruscamente da $+\infty$ a $-\infty$. Aumentando ω la capacità cresce per ritornare positiva per $y = -\frac{C}{C_1}$ e tende per $\omega = +\infty$ al valore C_1.

Però noi abbiamo trascurato lo smorzamento, e quindi in realtà si può dire che nei pressi di $y = o$ la capacità apparente passa da un valore positivo grande a un valore negativo grande in valore assoluto, e la figura 8 rappresenta un esempio di questa variazione secondo esperienze fatte da CADY.

Il CADY stesso ha dimostrato dunque sperimentalmente che il condensatore a quarzo si comportava come avente capacità variabile con la frequenza f. La figura suddetta rappresenta i valori di Γ in funzione della frequenza. Si vede che il condensatore a quarzo adoperato ha una capacità normale di poco superiore a 4,5 $\mu\mu$ faraday, ma che essa cresce bruscamente per giungere a 42,2 $\mu\mu$ faraday per $f = 89{,}860$; decresce diventando negativa, assume il valore 32,2 per $f = 89{,}880$ e riprende un valore vicino a 4,5 $\mu\mu$ faraday, ma inferiore, per f crescente.

ω	y	Γ
0	1	$C + C_1$
$\frac{1}{\sqrt{LC}}$	0	$\pm\infty$
$\sqrt{\frac{1}{L}\left(\frac{1}{C}+\frac{1}{C_1}\right)}$	$-\frac{C}{C_1}$	0
∞	$-\infty$	C_1



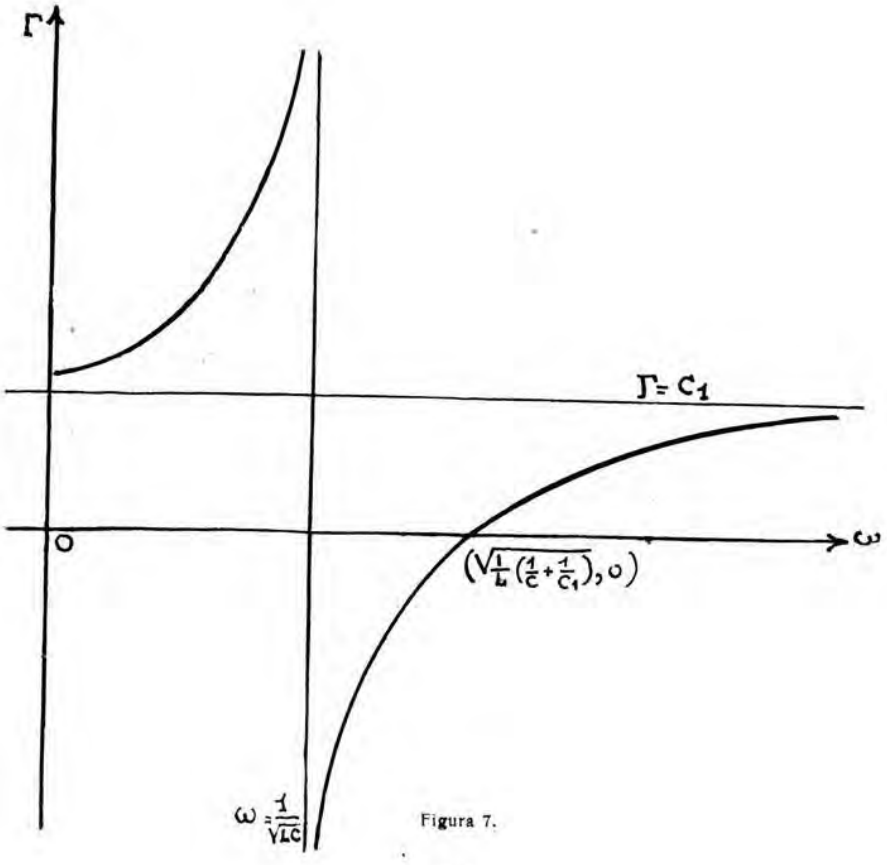


Figura 7.

Bisogna notare anche che l'intervallo:

$$y = o \qquad y = -\frac{C}{C_1}$$

rappresenta solo qualche millesimo sulla variazione di frequenza perchè secondo le formule già citate:

$$\frac{C}{C_1} = \frac{0{,}002}{0{,}4} = 0{,}005.$$

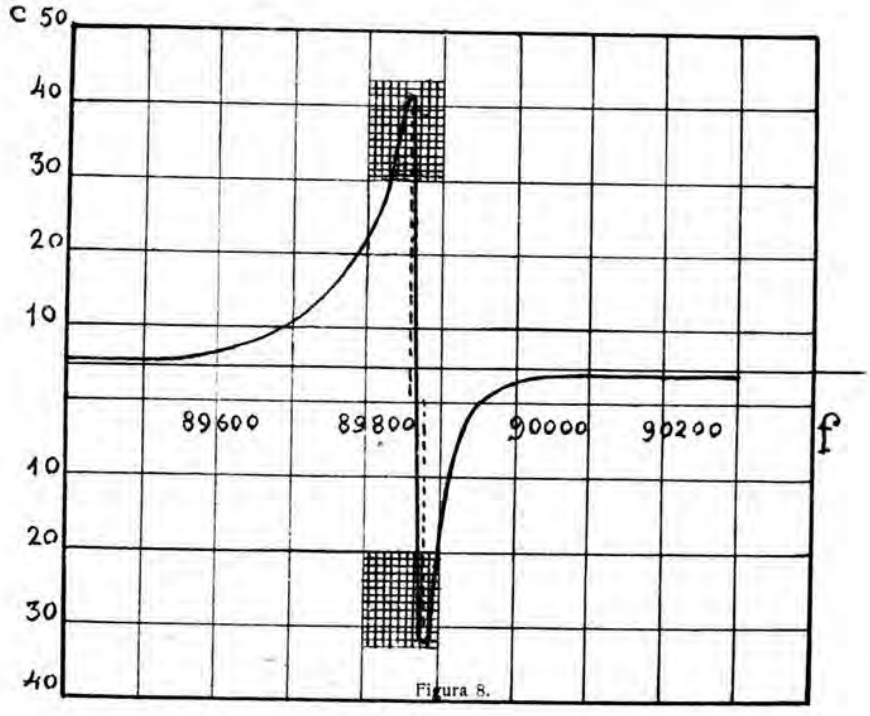


Figura 8.

Inoltre dalla figura 6 si può notare che per la frequenza di risonanza del circuito L, C $f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}}$ ovvero per $\omega_1^2\,L\,C = 1$ si ha impedenza zero nel ramo L C. Per la frequenza di risonanza del circuito $L\,C\,C_1$ cioè per $f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C}\right)}}$ ovvero $\omega_2^2\,L\,\frac{C\,C_1}{C+C_1} = 1$ si ha impedenza infinita tra i capi di C_1.

Quindi per questo valore ω_2 si ha il minimo valore per la corrente dovuta alla differenza di potenziale alternata.

Inoltre facendo il rapporto

$$\frac{\omega_2^2}{\omega_1^2} = 1 + \frac{C}{C_1}$$

si vede che questo è poco discosto dall'unità e quindi le due frequenze: quella corrispondente al massimo e al minimo della corrente (vedi fig. 4) sono molto vicine.

Se si pone il quarzo in derivazione agli estremi di un condensatore di un circuito oscillante in accoppiamento lasco con un apparecchio a lampade, in modo che possa considerarsi costante la f. e. m. indotta nel circuito (fig. 9), e se L è l'induttanza, R la

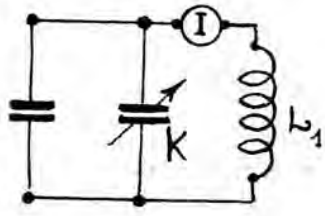


Figura 9.

resistenza, K la capacità ed E la forza elettromotrice indotta, l'intensità di corrente è data da

$$I^2 = \frac{E^2}{R^2 + \left[L_1\,\omega - \frac{1}{(K+\Gamma)\,\omega}\right]^2},$$

che è minima per $\Gamma + K = o$ cioè quando:

$$K + C_1 + \frac{C}{y} = o$$

ovvero:

$$y = -\frac{C}{K + C_1} = 1 - \omega^2 L C \quad \text{e perciò:} \quad \omega^2 L C = 1 + \frac{C}{C_1 + K}$$

da cui risulta che per la frequenza uguale a quella del quarzo si ha un minimo di corrente in I.

Siccome la capacità C è molto piccola (secondo DYE per es. per una lastra $7 \times 0{,}6 \times 0{,}15$ si ha $C = 0{,}08\ \mu\mu f$) si puo ammettere a meno di errori inferiori a quelli dell'esperienza che il minimo si ha per $y = o$ cioè per

$$L\,C\,\omega^2 = 1.$$

Invece quando

$$(K + \Gamma)\,\omega^2\,L_1 = 1$$

si ha la corrente massima.

3. - **Spazio sull'elettrodo.**

Finora si è ammesso come dielettrico del condensatore a quarzo solo la materia cristallina; invece perchè la lamina possa vibrare occorre che vi sia uno strato d'aria fra il cristallo e l'elettrodo. Quindi come se avessimo aggiunto un condensatore a dielettrico

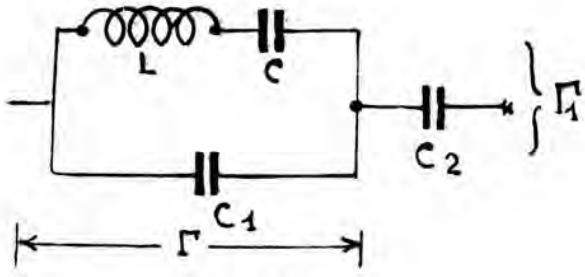


Figura 10.

aria in serie con il condensatore a quarzo. Lo schema quindi è divenuto quello della figura 10. Quindi, invece della capacità Γ, occorre mettere una capacità Γ_1 tale che:

$$\frac{1}{\Gamma_1} = \frac{1}{\Gamma} + \frac{1}{C_2}\ .$$

Allora l'espressione della corrente è:

$$I^2 = \frac{E^2}{R^2 + \left[L_1\,\omega - \dfrac{1}{(K + \Gamma_1)\,\omega}\right]^2}$$

ed il minimo si ha per $K + \Gamma_1 = o$, e siccome $\Gamma_1 = \frac{\Gamma C_2}{\Gamma + C_2}$, si avrà anche per:

$$K + \frac{\Gamma C_2}{\Gamma + C_2} = o$$

ovvero:

$$K + \frac{C_2\left(C_1 + \frac{C}{y}\right)}{C_1 + \frac{C}{y} + C_1} = o,$$

e chiamando $C_1 + C_2 + C_3$ si avrà:

$$KC + \frac{KC}{y} + C_2 C_1 + \frac{C_2 C}{y} = o,$$

e quindi il minimo per:

$$y = -\frac{C(K + C_2)}{KC_3 + C_2 C_1},$$

e supponendo C, C_1, C_2 trascurabili rispetto a K, il minimo si avrà approssimativamente per:

$$y = -\frac{C}{C_1 + C_2}.$$

Si vede quindi come entri anche la distanza fra l'elettrodo e la lamina di quarzo.

Quindi non bisogna mai dimenticare nell'utilizzazione del quarzo che: la frequenza dedotta dall'osservazione del minimo della corrente non sarà esattamente il periodo proprio delle oscillazioni meccaniche del quarzo; e la distanza fra gli elettrodi rispetto al quarzo deve essere rigidamente fissata.

Infatti il fenomeno può dare turbamento se le sue caratteristiche non sono conosciute, essendo la posizione dell'elettrodo superiore alquanto critica. Disponendo di un montaggio con l'elettrodo superiore che si muove con continuità di fronte al cristallo si può fare un interessante esperienza. La frequenza emessa dal circuito controllato dal cristallo si eleva, però non con velocità uniforme. Ciò succede, secondo l'osservazione di DYE, perchè la capacità C_1 non varia proprio inversamente proporzionale alla distanza, per il fatto che il condensatore in parola ha dimensioni

finite; e perciò non si applica rigorosamente la regola della proporzionalità inversa che vale invece per piani indefiniti.

Si è inoltre trascurato lo smorzamento, però DYE che ha fatto accurate esperienze in proposito ha visto che lo smorzamento aveva dei massimi per determinate distanze fra l'elettrodo e il cristallo. Ciò perchè il cristallo, vibrando, stabilisce al disopra onde compresse di aria come in un tubo sonoro, le quali riflesse dalla lamina superiore esercitano in certe determinate posizioni un effetto deprimente sul cristallo. L'effetto deprimente si ha quando lo spazio tra cristallo ed elettrodo superiore è uguale a un multiplo di metà della lunghezza d'onda della vibrazione ultrasonora che si genera, la quale ultima è uguale ad $1,1 \times 10^{-6}$ della lunghezza d'onda su cui vibra elettricamente il cristallo. Queste onde non sono altro che onde stazionarie nell'aria e per una prima approssimazione si potrebbe prendere come loro velocità di propagazione quella del suono nell'aria e cioè 331 m./sec.; però secondo HITCHCOCK l'onda così calcolata risulta circa metà di quella effettivamente osservata e cioè come se la velocità di propagazione fosse di circa 662 m/sec. Questo in prima approssimazione, perchè effettivamente detta velocità è funzione dell'energia con cui il cristallo vibra e varia con l'aumentare della potenza irradiata.

In pratica una semplice esperienza con una vite può servire a stabilire la corretta posizione dell'elettrodo superiore. Accoppiando un circuito assorbente al circuito con quarzo e sollevando l'elettrodo si nota una posizione di minima potenza; la migliore posizione è intermedia fra questa e quella di contatto con il quarzo.

Per cristalli che vibrano su 100 m. lo spazio può essere circa $0,2 \div 0,4$ mm.

4. - Vibrazioni naturali del quarzo.

a) - Frequenze fondamentali.

Si era detto che una lamina di quarzo ha due frequenze fondamentali secondo che le vibrazioni sono trasversali o longitudinali.

Per meglio spiegarsi ci sono due dimensioni secondo le quali il cristallo potrà essere considerato come un sistema elettricamente

oscillante e che si possono prevedere: quella parallela all'asse elettrico e la normale al piano formato dall'asse elettrico ed ottico.

L'esperienza ci mostra però che esiste una terza frequenza di oscillazione elettrica. Essa non corrisponde alla terza dimensione della lastrina, cioè quella parallela all'asse ottico, ma è dovuta ad un certo accoppiamento fra le due oscillazioni precedenti. La terza vibrazione fondamentale, detta da CROSSLEY frequenza di accoppiamento, è funzione complessa delle dimensioni del cristallo (l, s) ed anche dalla sua forma e non si ha una formula che ci permetta di conoscere a priori questa frequenza, mentre abbiamo già visto che per le altre due e precisamente per quella parallela all'asse elettrico la lunghezza d'onda di una lastrina è circa $100 \div 110$ metri per millimetro di spessore, mentre per l'altra è circa 150 metri per millimetro di spessore.

HUND ha realizzato dei campioni, per il Bureau of Standard, circolari con un diametro parallelo all'asse ottico e con lo spessore parallelo all'asse elettrico. Dando dei valori convenienti all'induttanza del circuito di placca ha prodotto oscillazioni di tre frequenze diverse che potevano calcolarsi precedentemente con approssimazione mediante le formole:

$$f_1 = \frac{2715}{d}$$

$$f_2 = \frac{3830}{d}$$

$$f_3 = \frac{2870}{s},$$

dove d è il diametro e s lo spessore della lamina. Le esperienze fatte e le frequenze osservate rientrano facilmente a meno degli errori di osservazione nelle formule teoriche.

b) - Vibrazioni su armoniche.

Però, oltre le vibrazioni fondamentali, analizzando le correnti prodotte da un oscillatore piezoelettrico, si possono notare (come in acustica) delle vibrazioni di frequenza più elevata e approssimativamente multiple della frequenza fondamentale. Si deve dire approssimativamente, perchè non si possono applicare rigorosa-

mente alla lastrina le leggi della verga filiforme, per quanto si possano fabbricare lastrine che abbiano la dimensione maggiore secondo l'asse traverso.

Operando tuttavia con un montaggio come quello di CADY e cioè la lamina di quarzo fra due elettrodi presso a poco della stessa superficie di essa si osservano solo le armoniche dispari (fig. 11).

Ciò perchè la verga presenta per l'effetto piezoelettrico dei nodi e dei ventri di deformazione e nodi e ventri di compressione. Così per esempio con la terza armonica, al momento della massima compressione lo stato della lamina è rappresentato dalla figura 12.

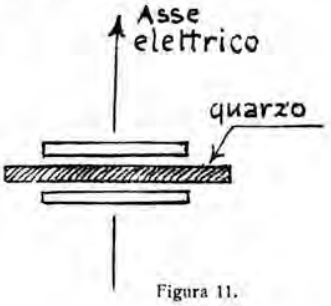


Figura 11.

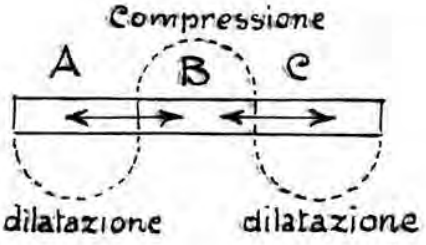


Figura 12.

I ventri di pressione sono in *A, B, C,* la linea punteggiata rappresenta i valori della pressione all'istante considerato e si nota come gli effetti di dilatazione sono maggiori di quelli di compressione e ciò può effettivamente corrispondere ad una differenza di potenziale stabilita in quel momento tra gli elettrodi.

Per le armoniche pari, invece gli sforzi di dilatazione sarebbero uguali a quelli di compressione e il volume del quarzo non avendo tendenze a cambiare non corrisponderebbe ad un fenomeno piezoelettrico con un'armatura carica uniformemente su tutta la faccia. Così per ottenere l'armonica 2 bisognerebbe, per esempio, utilizzare due paia d'elettrodi secondo lo schema della figura 13.

Per armoniche pari d'ordine più elevato bisognerebbe utilizzare un maggior numero di elettrodi.

c) - Modi per mettere in evidenza la risonanza.

L'effetto di risonanza del quarzo si può mettere facilmente in evidenza col metodo indicato più avanti e riferendosi alla figura 3.

Si prende un circuito oscillante accordato presso a poco su una frequenza uguale a quella del quarzo e si deriva in parallelo il quarzo stesso sul condensatore. La corrente che passa nel circuito, messa in evidenza in uno strumento inseritovi, è piccola finchè la frequenza delle oscillazioni che l'eccitazione è lontana da quella del quarzo. Infatti l'impedenza, per la piccola capacità del quarzo, è molto grande.

Non appena però, questa capacità del quarzo aumenta come si è detto in vicinanza della risonanza, la corrente nel circuito è relativamente forte e cresce finchè al punto di risonanza cade bruscamente come già si è detto.

L'intervallo di frequenza entro cui si manifesta questo fenomeno è molto piccolo relativamente (poche centinaia di periodi alla frequenza di 90.000 per.) e il fenomeno può sfruttarsi soddisfacentemente. Bisogna però stare accorti che la posizione di risonanza è anche molto critica e può facilmente sfuggire.

Si può con tale metodo mettere in evidenza ciò che si è detto sulle armoniche ed inoltre mediante una luminescenza della lastrina in un gas rarefatto quando essa oscilla, luminescenza prodotta dalle cariche elettriche che vi sono sulle due facce. Se la lastra vibra sull'onda fondamentale si osserverà una luminescenza decrescente dal centro alle estremità. Se invece la lastra vibra sulla terza armonica si osserveranno tre strisce luminose. Così GIEBE e SCHEIBE hanno messo in evidenza il passaggio alla risonanza ed hanno osservato fino alla 21ª armonica tutte le armoniche dispari. Però si dice armonica, ma bisogna ricordare che per le dimensioni della lastra le frequenze non sono multiple esatte della fondamentale. E infatti GIEBE e SCHEIBE hanno trovato per la 21ª armonica una differenza di 0,009. Il dispositivo che essi usavano è illustrato dalla figura 14.

Un bastone di quarzo di 8 cm. di lunghezza è sospeso in un tubo di vetro con dei fili di seta mentre nel tubo è contenuto del neon alla pressione di qualche millimetro di mercurio. Due piccoli elettrodi sono nel mezzo della lastra.

Un altro metodo per mettere in evidenza la risonanza del quarzo ci è dato dalle esperienze di TAWIL che utilizza il fenomeno di KERR.

Detto fenomeno consiste nella riapparizione della luce estinta fra due nicol polarizzatore e analizzatore quando ci si pone in mezzo del vetro soggetto a tensioni, oppure un dielettrico soggetto ad un campo elettrico. Il vetro e il dielettrico in tal caso si comportano come corpi cristallizzati.

Una cosa identica avviene nelle zone di compressione quando il quarzo è in risonanza e ciò fu appunto constatato dal TAWIL. Si pone come al solito la lastrina fra due elettrodi a differenti potenziali con frequenza elevata e il quarzo stesso fra due nicol con compensatore per l'estinzione della luce polarizzata. Per certe determinate frequenze si può osservare il ritorno della luce in determinati punti, i quali sono dei ventri di pressione.

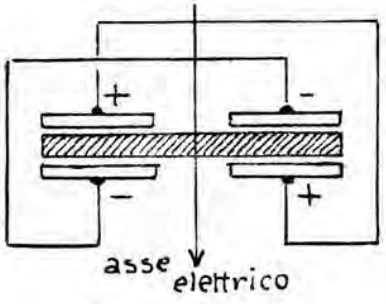


Figura 13.

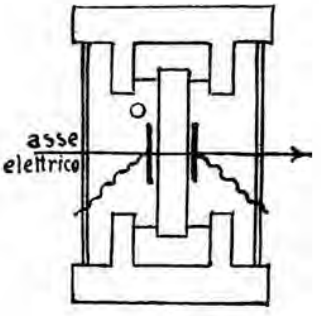


Figura 14.

Siccome il TAWIL usava delle lastrine spesse, le figure erano complicate e richiamavano quelle osservate nelle vibrazioni acustiche dei corpi solidi.

d) - Vibrazioni per flessione.

In questi ultimi tempi altre vibrazioni si sono ottenute da lamine di cristalli di quarzo. Esse sono chiamate vibrazioni per flessione e per torsione (1).

Se noi consideriamo un bastone di quarzo come nella figura 15, avente l'asse ottico perpendicolare al piano del foglio e l'asse elettrico *x* parallelo all'asse del bastone e disponiamo quattro elettrodi, aventi

(1) GIEBE e SCHEIBE, Jahrb der draht. Tel. und Tel. luglio 1927 pag. 32. J. R. HARRISON, Proc. Inst. R. Eng. dicembre 1927 pag. 1040.

le polarità segnate in figura ad un dato istante, paralleli all'asse y perpendicolare ai precedenti, si ottiene una contrazione del quarzo da una parte dell'asse y ed una dilatazione dall'altra parte. Ciò è dovuto alla distribuzione del campo elettrico che produce linee di forza aventi direzioni opposte tra gli elettrodi 1 e 2 e tra quelli 3 e 4. E allora ne risulterà una flessione della lamina secondo la figura 16 dove n ed n' sono i nodi della vibrazione. Se la differenza di potenziale è alternativa allora la lamina si infletterà successivamente in un senso e nell'altro e le deformazioni raggiungono un massimo se la frequenza della differenza di potenziale è uguale a quella delle vibrazioni meccaniche del quarzo per questo modo di deformazione. Analoghe deformazioni si ottengono se l'asse ottico z e l'asse y vengono scambiati in modo che gli elettrodi si trovino di fronte

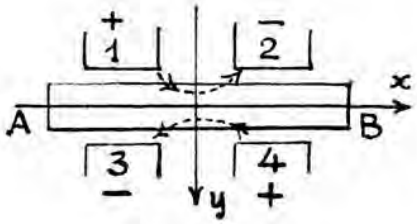


Figura 15.

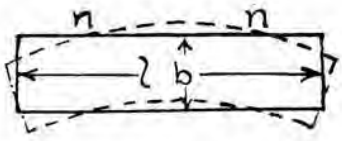


Figura 16.

all'asse ottico z. Così pure si ottengono oscillazioni per flessione scambiando tra loro sulla figura gli assi x e y nonchè la posizione relativa degli elettrodi.

Chiamando con l la lunghezza della lamina e con b lo spessore HARRISON ha calcolato approssimativamente la lunghezza d'onda con la formola:

$$\lambda = 518 \frac{l^2}{b},$$

dove λ è espresso in metri ed l e b in centimetri.

Sperimentando con barre corte HARRISON ha trovato sperimentalmente:

$$\lambda = 518 \frac{l^{1,7}}{b^{0,75}},$$

che differisce poco dalla precedente.

Lo scopo dell'utilizzazione di questi modi di vibrazione è quello di ottenere frequenze molto più basse di quelle ottenute sfruttando le vibrazioni longitudinali e trasversali.

Così GIEBE e SCHEIBE per un bastone di dimensioni: (asse elettrico cm. 0,5; asse ottico cm. 0,5; terzo asse cm. 1,5) hanno ottenuto per vibrazioni longitudinali una frequenza fondamentale di 54,350 kc. e fino alla 9ª armonica di frequenza di 487,2 kc.; mentre per oscillazioni per flessione la frequenza fondamentale sarebbe stato di 3,372 kc. perchè in questo caso non si cominciò ad osservare che dalla quarta armonica ($f = 43$ kc.) alla 21ª ($f = 470{,}2$ kc.). Come al solito bisogna qui osservare che la parola armonica non conviene esattamente perchè le frequenze superiori di oscillazione non sono multiple semplici della più bassa.

Per mettere in evidenza tali vibrazioni era usato da HARRISON lo stesso sistema di luminescenza di GIEBE e SCHEIBE, però in alcuni casi le apparenze particolari erano di molto difficile spiegazione.

e) - Rotazioni di cristalli di quarzo.

Conviene ora ricordare un fenomeno particolare che il MEISSNER verificò nello studio dei cristalli di quarzo. Egli nella risonanza acuta di un cristallo eccitato, lo muoveva un po, e constatò che questo cominciava a ruotare accelerando sempre più il suo movimento e finiva generalmente lanciato a distanza dagli elettrodi. Egli notò che per avere questa rotazione occorreva che il cristallo fosse più lungo nel senso dell'asse ottico e inoltre che la rotazione era accompagnata da fluttuazioni d'aria sulla superficie del cristallo. Fu fatto uno studio per vedere se le anomalie elettroacustiche nella direzione dell'asse ottico stavano in relazione con le proprietà ottiche del quarzo, e il MEISSNER stesso constatò che i sensi di polarizzazione rotativa, della fluttazione d'aria e della rotazione meccanica erano gli stessi rispettivamente intorno agli assi: ottico ed elettrico. Così la rotazione ottica di un cristallo di quarzo può essere determinata dai dati elettrici senza nessuno studio ottico.

5. - **Realizzazione di campioni di frequenza in quarzo.**

I primi campioni di frequenza sono stati realizzati da CADY che adoperava le sole vibrazioni trasversali e notò che il limite della lunghezza della lamina è stabilito dal fatto che quando la lamina non è relativamente sottile entrano in giuoco dei modi di vibrazioni disturbatori. Il CADY stesso ha realizzato lamine di quarzo vibranti con frequenze corrispondenti fino alle più grandi lunghezze d'onda usate in radio e cioè 4000 m. (lunghezza della lamina circa 4 cm.). Per lunghezze d'onda maggiori ha avuto buoni risultati con verghe schiacciate di acciaio o invar eccitate a vibrazioni longitudinali per mezzo di piccole lamine di quarzo cementate ai lati con solido mastice. La velocità dell'onda nell'acciaio non è molto differente che nel quarzo. Per un risonatore di 10.000 metri usò una verga d'acciaio di circa 95 × 9 × 3 mm. con due lamine di quarzo attaccate da ciascun lato al centro come nella figura 17.

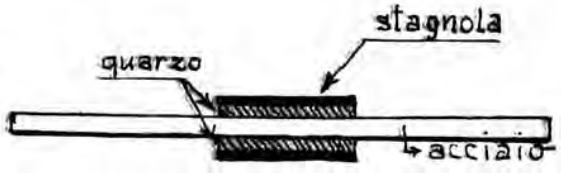


Figura 17.

L'acciaio forma egli stesso uno degli elettrodi, le lamine di quarzo essendo poste in modo che la medesima polarità di ciascuna sia affaciata all'acciaio. L'altro elettrodo è formato da due fogli di stagnola connessi in parallelo. Un piccolo uncino è avvitato al centro esatto della sbarra fra le due lamine di quarzo e serve di sospensione e come un contatto del risonatore, lasciando libera la verga di vibrare secondo la sua frequenza fondamentale.

Per azione dell'effetto trasversale il quarzo si contrae e si dilata causando alternate rarefazioni e condensazioni nel centro della lamina d'acciaio per cui si eccitano delle vibrazioni longitudinali. Nella fig. 18 è rappresentata appunto un risuonatore di CADY su una lunghezza d'onda di m. 11000.

Inoltre per effetto della grande sottigliezza delle lamine di quarzo non si può salire molto nelle frequenze delle lamine stesse e si adopera allora qualche sistema moltiplicatore di frequenza, oppure si adoperano le armoniche della frequenza fondamentale.

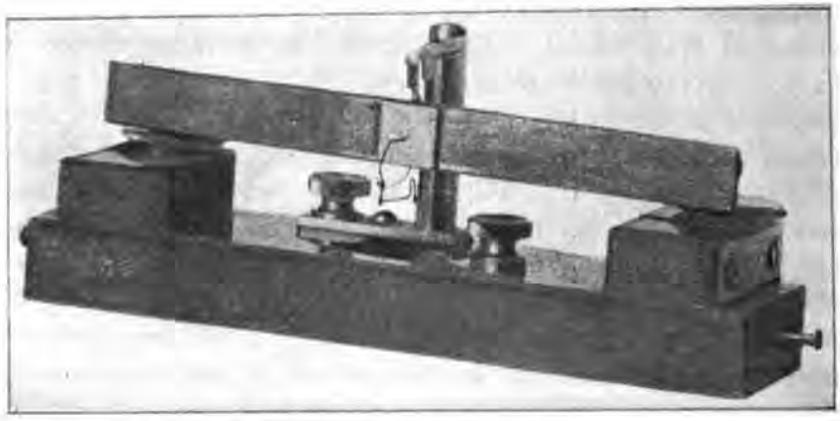


Figura 18.

6. - **Impiego del quarzo come risuonatore ed oscillatore.**

Dalla scoperta del CURIE i cristalli piezoelettrici sono stati adoperati per molti usi. Tra questi, per le cose anzidette, si capisce come una lamina di quarzo convenientemente tagliata possa costituire una specie di diapason ad alta frequenza purchè siasi determinata una volta per sempre la frequenza propria. Ciò fu per la prima volta fatto dal CADY nel 1922.

Uno dei metodi per ottenere la frequenza propria del quarzo è basato sul fatto di avere a disposizione un misuratore di frequenza già calibrato, ma ciò per quanto semplice non conduce certamente ad una misura perfetta. Tuttavia il modo migliore per far ciò è il seguente. Si pone il quarzo fra la griglia e il filamento di un oscillatore a lampada secondo lo schema della figura 19.

Il quarzo, quando il circuito oscillante è accordato, mediante il condensatore variabile, sulla sua frequenza, entra in oscillazione e stabilizza così la frequenza dell'oscillatore.

Le onde emesse si possono ricevere con un comune ricevitore che viene ad essere accordato sulla medesima frequenza. Si ascoltano poi i battimenti prodotti dalle onde del quarzo con quelle del ricevitore e si porta la nota relativa allo zero. Il ricevitore è accordato perfettamente sulla frequenza del quarzo. Si ascoltano ora i battimenti prodotti nel ricevitore da un'eterodina già tarata e che oscilli con frequenza prossima a quella del quarzo. Variando la frequenza dell'emissione dell'eterodina la nota dei battimenti diminuirà di altezza quanto più ci si avvicina alla frequenza delle vibrazioni del quarzo e quando non ci saranno più battimenti, procedendo dalla nota acuta alla bassa, le due frequenze saranno uguali e la lunghezza d'onda propria del quarzo è uguale a quella dell'eterodina.

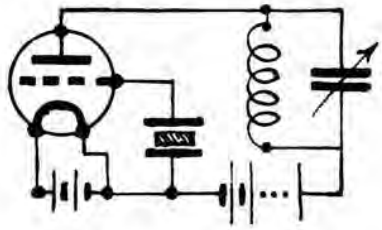


Figura 19.

Un secondo metodo, molto più preciso, che richiede però accuratezza è quello indicato dal VALLAURI, come dovuto al Dott. VECCHIACCHI, col nome di metodo di demoltiplicazione. Esso misura la frequenza delle oscillazioni del quarzo in modo assoluto, con approssimazione del milionesimo quando non vari apprezzabilmente per cause estranee la frequenza propria del quarzo.

Il metodo di demoltiplicazione consiste in una sincronizzazione armonica di un circuito che oscilla con una data frequenza su di un secondo che oscilla a frequenza più bassa costringendo questo, sotto determinate condizioni, ad oscillare stabilmente con una frequenza che sia una parte aliquota della prima con un rapporto intero.

Con quattro successive di queste demoltiplicazioni è possibile passare da una frequenza dell'ordine delle decine di miriacicli a

frequenze dell'ordine di $50 \div 150$ cicli per secondo. Questa corrente di bassa frequenza viene adoperata, dopo amplificazione, per tenere in moto un motorino sincrono appositamente studiato e costruito.

Si passa così dalla frequenza del piezooscillatore a quella del motorino alla quale può essere determinata con grande precisione; e da questa quindi si può attraverso il rapporto di demoltiplicazione risalire alla frequenza propria del quarzo.

La determinazione della frequenza del motorino avviene fino alla sesta cifra decimale, nè conviene spingersi oltre se non si può determinare la temperatura del quarzo a meno di $0^0,1$ *C*, perchè nel caso contrario la variazione di temperatura farebbe variare la frequenza propria del quarzo.

TARATURA DI UN ONDAMETRO CON OSCILLATORE A QUARZO.

Con uno qualsiasi dei circuiti con cui è possibile mantenere le oscillazioni del quarzo si può tarare un ondametro servendosi di un generatore ausiliario: una eterodina.

Si accoppia l'eterodina con l'oscillatore; e l'ondametro è anche esso in accoppiamento lasco con l'eterodina.

Si comincia a portare l'eterodina alla frequenza esatta delle oscillazioni del quarzo ascoltando i battimenti fino al silenzio in un telefono intercalato nel circuito di placca dell'oscillatore. Conoscendo in questo momento la frequenza dell'eterodina se ne può servire per tarare l'ondametro. Inoltre si può portare le oscillazioni dell'eterodina ad avere la stessa frequenza delle diverse armoniche dell'oscillatore e spingersi così fino alla 20ª armonica. Inoltre si può dare alle oscillazioni dell'eterodina una frequenza inferiore di quella delle oscillazioni piezoelettriche e portare poi le sue armoniche ad avere la stessa frequenza dell'oscillatore.

Con questo metodo e sfruttando le tre vibrazioni fondamentali HUND ha tarato completamente un ondametro con un gran numero di frequenze. Importa notare che il quarzo vibra sempre secondo la sua frequenza fondamentale e le armoniche superiori di cui si parla sono dovute semplicemente alla deformazione della corrente di placca dell'oscillatore, montando uno stadio in cui la griglia

della valvola sia polarizzata negativamente: questa forte polarizzazione deforma la curva della corrente di placca, in modo che le armoniche di frequenza e principalmente quelle pari sono considerevolmente rinforzate e permettono di eccitare la lampada secondo una frequenza multipla di quella del cristallo. Va messo in evidenza che il fatto notato più sopra, che le armoniche superiori non siano multipli semplici della frequenza fondamentale, qui non interviene. E per ottenere il più grande numero di armoniche nella corrente di placca occorre che l'accoppiamento nell'oscillatore sia il più grande possibile e il circuito oscillante placca regolato lontano dalla risonanza.

Stabilizzazione dei posti trasmittenti.

Un'applicazione che è stata principalmente studiata in America al Laboratorio Navale delle Ricerche e al quale interessava per risolvere il problema delle radio comunicazioni della flotta, composta di centinaia di navi operanti per le manovre in uno spazio ristretto, con grande bisogno di comunicazioni, è quella della stabilizzazione della frequenza nei trasmettitori. La stessa applicazione è stata fatta nei più moderni apparati radiotelefonici campali del tipo Lorenz e in quelli studiati e costruiti nella Officina R. T. dal Ten. Col. Celli.

Supponiamo di avere un posto emittente in cui agli estremi del condensatore sia posto il quarzo. Abbiamo già fatto notare che la capacità propria del condensatore a quarzo viene ad aumentare quanto più la frequenza aumenta avvicinandosi alla regione di risonanza del quarzo. Richiamandosi alla figura 8, un aumento accidentale della frequenza del circuito avrebbe per effetto un aumento della capacità apparente del quarzo che a sua volta tende a produrre una diminuzione della frequenza del circuito e compensa l'aumento precedente; il contrario avviene in una accidentale diminuzione di frequenza del circuito. Si capisce subito l'impiego di stabilizzazione; però l'esperienza ha dimostrato che occorre mantenere sufficientemente costanti sia la tensione di placca che di filamento se si vuole ottenere questa stabilizzazione.

Un'altra questione che interviene quando si debbano control-

lare delle potenze elevate è quella del montaggio. In questo la distanza fra lastrina ed elettrodo superiore deve essere la più piccola possibile onde evitare le onde di aria deprimenti. Inoltre le superfici a contatto debbono essere lisce, ma non lucide e prive di umidità e sporcizia. Inoltre per evitare scintille fra i due elettrodi HITCHOOCK ha posto il tutto in un bulbo dove è messo un gas inerte a bassa pressione. Si ottengono così delle scariche ad effluvio non dannose.

S'intende che non possono essere controllate che emissioni al disotto di una certa potenza perchè al di sopra le vibrazioni meccaniche sarebbero così energiche da spezzare il cristallo. Si ricorre quindi, per aumentare la potenza, a successive amplificazioni. In cifre, si può ammettere che un limite di sicurezza della potenza dell'oscillatore piezoelettrico è di circa $7 \div 10$ watt, benchè in America si siano riuscite a controllare potenze di 50 watt.

7. - Cause di variazioni della frequenza.

Naturalmente si può prendere il quarzo come campione di frequenza e come stabilizzatore dell'emissione, ma a patto che le condizioni in cui esso vibra siano sempre le stesse perchè varie sono le cause che fanno cambiare la frequenza fondamentale.
In generale di frequenze fondamentali come si è visto ce ne sono tre che sono le stesse presso a poco sia quando il quarzo funziona da risonatore che da oscillatore dato il basso valore del decremento.

Tra le cause secondarie di variazioni di frequenza si hanno quelle dovute all' assestamento della lastrina nel montaggio del supporto; giacchè il supporto sottrae al quarzo parte della energia per vibrare anch'esso; e se le condizioni fossero sempre le stesse poco importerebbe l'entità delle modificazioni dovute alla predetta causa. Invece, come effettivamente succede, è da prevedere che difficilmente ci si potrà mettere nelle identiche condizioni e ciò diminuisce realmente la precisione con cui può essere stabilita la frequenza del campione. Quindi si deve intendere il supporto come parte integrante del campione di frequenza e deve essere tarato con esso.

Altra causa è quella dovuta all'azione del sistema alimentatore delle oscillazioni. Però l'inconveniente pur non lieve si può girare

introducendo a far parte del campione anche il sistema di alimentazione, cercando di mantenere costanti più che possibile le sue caratteristiche.

La terza causa, ben più importante, è data dalla variazione di temperatura.

Le tre frequenze proprie del quarzo si comportano diversamente rispetto a questa causa perturbatrice e la frequenza più alta è quella che ha un coefficiente di variazione più basso. Però anche secondo DYE i risultati sarebbero vari da un campione ad un altro e varierebbero con la forma delle piastrine e con il modo di taglio. Inoltre il cristallo può riscaldarsi per effetto delle stesse vibrazioni.

Occorre quindi per l'assoluta costanza della frequenza un controllo della temperatura direttamente o indirettamente. Un primo metodo sarebbe quello di porre il cristallo in una scatola o recipiente a chiusura ermetica e immergerlo in un termostato e mantenere costante la temperatura. Un altro metodo sarebbe quello di riscaldare una placca di metallo su di cui potrebbe esser messo il montaggio. Però riscaldamento dovuto alle vibrazioni si ha solo nel caso che il cristallo controlli l'emissione a grande potenza e non è certo apprezzabile quando invece lo si adoperi solamente come campione di frequenza.

PARTE III.

Lavorazione del quarzo e sue applicazioni nell'Officina Radiotelegrafica ed Elettrotecnica del Genio Militare

1. - Generalità.

Nelle applicazioni che si sono fatte finora nell' Officina R. T. si sono adoperati dei quarzi provenienti dall'estero già rifiniti e montati, ma dato il buon esito della lavorazione del quarzo che si è cominciato in questi ultimi tempi all' Officina stessa, tra breve si avranno dei campioni completamente lavorati e montati nell'Officina stessa. Certo tra le difficoltà maggiori vi è quella del rifornimento del

materiale grezzo, perchè sembra che in Italia il quarzo, pure abbondante, si presenti in cristalli minuti o non puri e limpidi, quindi poco adatti alla nostra lavorazione (1).

Però con facilità si può avere rifornimento di quarzo sia dalla Francia che dalla Cecoslovacchia o dalla Svizzera, per citare paesi europei; che se poi si dovesse importarlo da altri paesi il Brasile presenta dei campioni magnifici di cristalli di quarzo sia per grossezza e limpidità, sia per proprietà piezoelettriche.

Inoltre per l'uso piezoelettrico si è dimostrato adatto solo il quarzo emiedro destro o levo-giro e non per esempio i cristalli che presentino contemporaneamente la plagiedria destra e sinistra. Infatti importando le due plagiedrie proprietà piezoelettriche inverse, ne deriva in questi ultimi cristalli una compensazione o quasi delle dette proprietà e quindi una impossibilità di oscillazione o per lo meno piccole proprietà risultanti.

Dunque se prima di accingersi al taglio ed alla lavorazione di un cristallo si vuole conoscere se possieda o no proprietà piezoelettriche bisogna mettere in evidenza tali proprietà comprimendo o tendendo il cristallo e osservando l'elettricità che si sviluppa ai poli. Tale quantità di elettricità è però così piccola che probabilmente non si riesce a mettere in evidenza se non con i più sensibili elettrometri. Invece di mettere in evidenza le proprietà elettriche si potranno sperimentare le proprietà ottiche che sono ad esse legate. Così si taglia una lamina da un cristallo perpendicolarmente all'asse ottico e si interpone fra i due nicol di un polariscopio.

Se la lamina è tagliata da un cristallo destrogiro o levogiro si osservano per interferenza le figure ad anelli, mentre se la lamina è tagliata da un cristallo apparentemente unico, ma realmente geminato per compenetrazione si osservano delle figure speciali, dette di AIRY, a forma di spirali.

Il cristallo oltre ad avere buone proprietà piezoelettriche dovrà essere più che possibile puro, senza inclusione di materiale estraneo o di bollicine di acque o gas e specialmente senza incrinature o

---

(1) Preziose notizie si sono avute in proposito dal Prof. PELLOUX di Genova per il tramite del Gen. RICALDONI.

scheggiature interne. Perchè, essendo il quarzo nelle oscillazioni soggette a notevoli sforzi meccanici, si romperebbe subito secondo quelle fratture o per lo meno non vibrerebbe secondo una sola frequenza, come in acustica una lastra non omogenea e presentante delle fessure.

2. - **Metodo di lavorazione per il quarzo piezoelettrico.**

In genere per tagliare le piastrine dal blocco di cristallo naturale si usa un abrasivo che venga trascinato da una ruota o disco a grande velocità.

Nell' Officina R. T. si è attrezzato un tornio comune con dei dischi di rame dello spessore di 15 ÷ 20 mm. secondo il diametro, a una media di 800 giri al minuto. Per non stringere il quarzo direttamente nella morsa del tornio il che potrebbe riuscire malagevole per le piccole dimensioni del quarzo o per la sua forma, od anche dannoso per possibili scheggiamenti nei punti cimentati, si può distribuire uniformemente la pressione della morsa imprigionando il cristallo in due ganasce di ferro mediante gomma lacca e facendo sporgere solo la parte da tagliare.

Il pezzo, che assume la forma parallelopipede, viene presentato davanti al disco di rame su di una piattaforma scorrevole cui viene applicato, mediante una corda ed una carrucola, il peso necessario ad ottenere la pressione e l'avanzamento. Il taglio non avviene per mezzo del rame ma per mezzo di un miscuglio di smeriglio ed acqua che viene fatto sgocciolare dal disopra. Lo smeriglio trascinato dal disco di rame agisce abrasivamente sul quarzo e può essere riutilizzato se si ha l'accortezza di passarlo al setaccio per togliervi qualche particella troppo grossa di materiale estraneo che potrebbe scheggiare il cristallo.

La gomma lacca di cui si è parlato serve anche a non fare spezzare il cristallo negli ultimi momenti del taglio quando dietro vi sarebbe il vuoto. Invece in questo modo il disco incontra sempre una certa resistenza e il taglio viene netto. In generale per un taglio di un cristallo di grandezza media (3 ÷ 4 cm. di spessore) occorrono circa 7 ore di lavoro; però, quando si sia ottenuto un blocchetto convenientemente tagliato, si può avere una economia

facendo agire diversi dischi paralleli distanziati in modo da ottenere diverse lastrine dello spessore voluto.

Le lamine così tagliate in genere non hanno le facce perfettamente piane nè tra di loro parallele. Occorre quindi una successiva lavorazione tale da spianare le facce e portarle al parallelismo a meno di un minuto d'arco. Facendo un piccolo calcolo si riesce facilmente a trovare che il dislivello massimo, consentito per un buon funzionamento, tra due punti deve essere circa di 0,0001 mm.

Il metodo di spianamento dovrà essenzialmente essere fondato sul fatto che più errori in tutti i sensi possibili possano alla fine annullarsi oppure dare un errore residuo praticamente trascurabile. Così dopo aver cementato parecchie lastrine da lavorare su di un disco perfettamente piano si fa girare questo a casaccio, avendo cura che non venga mai fatto periodicamente lo stesso movimento, sopra un'altro disco ben spianato. Così si possono avere le due facce sufficientemente piane, avendo cura però di non alterare la loro direzione parallela all'asse ottico e perpendicolare all'asse elettrico. Poi si cementano di nuovo su di una lastra spianata in modo che vi aderiscano bene e la levigatura è di nuovo continuata trasponendole in tutti i modi possibili. Così gli errori verranno sicuramente compensati ed affinando sempre più la lavorazione con smeriglio sempre più fine si otterranno delle lamine pronte alla prova delle oscillazioni.

La detta prova va fatta con le lamine a facce smerigliate ed opache, perchè sembra che questo fatto le renda più atte alle oscillazioni. Quindi dopo che le lamine sono state otticamente lavorate, per osservarne con metodi interferenziali la regolarità delle facce e dello spessore, vanno di nuovo leggermente smerigliate onde ottenerle sufficientemente opache.

Bisogna certamente ripetere la prova di oscillazione di tanto in tanto controllando la frequenza o la lunghezza d'onda per non rischiare di andare al disotto dello spessore determinato e tanto più che, come si è detto, il rapporto tra lo spessore e la frequenza non è assoluto ma può variare secondo i campioni, e bisogna tanto più frequentemente controllare quanto più si è vicini alla lunghezza d'onda desiderata.

3. - Controllo dell'onda di trasmissione e ricezione delle stazioni campali.

Vediamo ora come tutto ciò che è stato detto sulle oscillazioni del quarzo possa applicarsi al caso di stazioni campali che abbiano bisogno di controllo della frequenza di trasmissione o ricezione, pur non potendo esser controllate nell'emissione del quarzo con circuito pilota.

La verifica, sufficientemente accurata, non certamente per tutte, ma almeno per alcune delle frequenze emesse dalla stazione, può esser fatta nel seguente modo (circuito fig. 20).

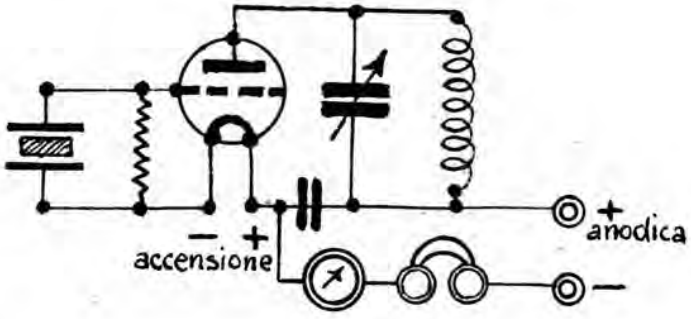


Figura 20.

Riferiamoci al circuito con cui si può fare entrare in oscillazione il quarzo e pensiamo di porlo in vicinanza di una stazione radio campale. Le onde emesse dal circuito con il quarzo verranno ricevute dalla stazione ed insieme a quelle emesse dalla stazione stessa produrranno dei battimenti se la stazione sarà regolata in modo che la sua frequenza di ricezione sia sufficientemente vicina a quella del quarzo. Se ora regolando ancora la stazione portiamo la frequenza delle sue oscillazioni ad avvicinarsi alla frequenza delle oscillazioni del quarzo, il numero dei battimenti andrà diminuendo, cioè il suono che si ode nella cuffia andrà diminuendo di altezza. Quando la nota si sarà abbassata fino ad ottenere il silenzio e prima di ricominciare i battimenti saremo sicuri che non essendoci più battimenti la frequenza di ricezione è approssimativamente (a meno di poche vibrazioni al secondo) uguale alla frequenza del

quarzo. Siccome per quanto è stato detto questo mantiene, almeno entro certi limiti, la costanza della frequenza, potremo in ogni momento controllare l'onda di ricezione che corrisponde a quella fondamentale del quarzo.

Per la trasmissione invece potremo nel circuito suddetto inserire una cuffia in serie con il milliamperometro ed allora potremo usufruire dell'oscillatore a quarzo come di un ricevitore accordato sempre su di una sola frequenza. Trasmettendo con la stazione con una frequenza vicina a quella propria del quarzo, nella cuffia



Figura 21.

dell'oscillatore udiremo i battimenti prodotti dall'interferenza delle due onde e potremo, regolando la trasmittente, portare la frequenza di questa ad essere uguale a quella del quarzo ed annullare o quasi i battimenti che procederanno da una nota alta ad una nota sempre più bassa.

S'intende che con questo mezzo non si potrà controllare ogni onda a meno di avere una grande scelta di lastrine di quarzo di varia frequenza. Però limitandosi a due frequenze intermedie della gamma di ciascuna stazione si possono regolare queste due fre-

quenze controllando la graduazione del condensatore di trasmissione o di ricezione o quello unico in quelle stazioni che l'avessero.

La realizzazione pratica del circuito e del montaggio con le batterie di accensione ed anodica indipendenti e con la scorta di due cristalli, corrispondenti a due frequenze intermedie della gamma, già montati nel loro supporto, è stata fatta nell'Officina R. T. dal Cap. TERRANOVA il quale ne ha ottenuta una piccola cassettina (fig. 21) che verrà data come accessorio alle stazioni radio campali. Le sue dimensioni non sono eccessivamente grandi e la manovra è semplicissima. Infatti per esser sicuri che il quarzo oscilli basta osservare lo strumento inserito sulla placca e fermarsi nel girare il condensatore variabile fino a che la corrente, dato uno sbalzo, diventi minima. Poi le altre manovre per regolare la stazione vanno fatte sul condensatore della stazione stessa fino, come si è detto, ad annullare i battimenti precedendo dalla nota acuta alla bassa.

Per diminuire ulteriormente l'ingombro e facilitare la manovra di controllo è allo studio un montaggio del quarzo da farsi nel cofano della stazione stessa adoperando gli elementi di circuito che già vi si trovano.

Questa applicazione del quarzo pur non essendo la più brillante permette che si abbia una verifica costante e diretta della propria frequenza, cosa che non si può probabilmente finora ottenere con altri metodi e con la stessa semplicità dei mezzi.

Roma, agosto 1928 - A. VI

DOTT. NICOLA GRIFONE

Sono stati consultati principalmente i seguenti lavori:

CURIE P. — « Opere ».
Gauthier - Villars - Paris 1908.

CHWOLSON O. D. — « Trattato di fisica ».
Paris - Hermann 1911.

CADY W. G. — « Il risonatore piezoelettrico ».
Proc. Inst. R. Eng. - X - apr. 1922 pag. 83.

SCHEIBE A. — « Indicatori piezoelettrici di risonanza ».
Zeit. Hochf. Techn. - XXVIII - lug. 1926.

HUND A. — « L'impiego degli oscillatori piezoelettrici ».
Proc. Inst. R. Eng. - XIV - ag. 1926 - pag. 447.

CROSSLEY A. — « Trasmettitori controllati da cristallo piezoelettrico ».
Proc. Inst. R. Eng. - XV - gen. 1927 - pag. 9.

VIVIÈ J. — « I cristalli in radiotelegrafia ».
Q.S.T. français - VIII - gen. 1927 - pag. 17.
feb. 1927 - pag. 17.

MEISSNER A. — « Cristallli piezoelettrici a radio frequenze ».
Proc. Inst. R. Eng. - XV - apr. 1927 - pag. 282.

BODEAU F. — « Circuito elettrico equivalente ad un quarzo piezoelettrico ».
Q.S.T. français - VIII - apr. 1927 - pag. 22.

MUELLER F. — « Un metodo per tagliare le lastre di quarzo ».
Q.S.T. français - XI - mag. 1927 - pag. 24.

HEEGNER K. — « Misure sui cristalli piezoelettrici ».
Zeit Hochf. Techn. - XXIX - giu. 1927 - p. 177.

VALLAURI G. — « Confronti tra misure di frequenza per mezzo di piezorisuonatori ».
L'Elettrotecnica - XIV - lug. 1927 - pag. 445.
sett. 1927 - pag. 672.

HITCHCOCK — « Montaggio dei cristalli oscillanti di quarzo ».
Proc. Inst. R. Eng. - XV - nov. 1927 - pag. 904.

JOUAUST R. — « Il quarzo piezoelettrico come campione di frequenza ».
Onde électrique - VI - dic. 1927 - pag. 513-580.

HARRISSON — « Risonanza piezoelettrica e fenomeni oscillatori con vibrazioni per flessione in lamine di quarzo ».
Proc. Inst. R. Eng. - XV - dic. 1927 - pag. 1040.

JAMMET J. — « Stabilizzatori piezoelettrici di frequenza per posti emittenti ad onde corte ».
Onde électrique - VII - gen. 1928 - pag. 5.

WATTS E. G. — « La levigatura delle lamine di quarzo ».
Q.S.T. français - XII - gen. 1928.

JOUAUST R. — « Qualche modo particolare di vibrazione dei quarzi piezoelettrici ».
Onde électrique - VII - mar. 1928 - pag. 124.

CADY W. G. — « Bibliografia sulla piezoelettricità ».
Proc. Inst. R. Eng. - XVI - apr. 1928 - pag. 521.

CROSSLEY A. — «Modi di vibrazione nei cristalli piezoelettrici».
Proc. Inst. R. Eng. - XVI - apr. 1928 - pag. 16.

MASON H. F. — « Un levigatore di cristalli ».
Q.S.T. français - XII - mag. 1928.

VAN DYKE K. S. — « Il risonatore piezoelettrico e il suo circuito equivalente ».
Proc. Inst. R. Eng. - XVI - giu. 1928 - pag. 742.

I DISTURBI ALLE RADIOAUDIZIONI

(Continuazione e fine)

5. - Il problema dei disturbi impulsivi e la necessità di una azione collettiva.

Prima di esaminare le interferenze, che rappresentano una classe ben distinta di disturbi, sembrami necessario mettere in evidenza la analogia del modo di agire delle varie cause finora esaminate sugli apparati radio, per dedurne qualche considerazione pratica sulla possibilità dei rimedi.

Gli atmosferici e la maggior parte dei disturbi locali hanno in comune il carattere *impulsivo* e generalmente *aperiodico* delle perturbazioni elementari che essi provocano; inoltre il disturbo consiste quasi sempre, in entrambi i casi, in una successione (generalmente di frequenza udibile) di tali impulsi elementari, la cui durata, pur essendo brevissima, è in genere molto maggiore del periodo delle onde radiofoniche.

Ora è noto che un impulso brusco e aperiodico di tensione elettrica, quando sia di durata maggiore del periodo proprio del circuito, provoca, nei circuiti selettivi che costituiscono in genere gli organi captatori degli apparati radio riceventi, un treno di correnti oscillanti smorzate, aventi il periodo proprio dei circuiti stessi, l'ampiezza proporzionata alla intensità dell'impulso, e la durata dipendente dal decremento del circuito.

Sembrami quindi che una spiegazione plausibile del disturbo possa darsi ammettendo che le correnti oscillanti prodotte dai singoli impulsi elementari si sommino vettorialmente con quelle dei segnali da ricevere, che hanno press' a poco la stessa frequenza. L'ampiezza di queste oscillazioni da ricevere ne riesce così alterata più o meno intensamente ed in definitiva tutto avviene come se ogni impulso elementare producesse una vera e propria modulazione della corrente di alta frequenza che si sta ricevendo. In tal modo il disturbo monta, per modo di dire, a cavallo della emissione che si sta ricevendo e su di essa attraversa tutti i successivi stadi di

amplificazione fino alla rettificazione. Il ritmo della modulazione così ottenuta, dato dalla successione degli impulsi elementari che compongono il disturbo, pur essendo variamente irregolare, è generalmente di frequenza udibile, cosicchè dopo la rettificazione ne risulterà una corrente udibile, riproducente la successione degli impulsi elementari che costituiscono il disturbo; questo apparirà così insieme al segnale che si sta ricevendo (1).

Un'arma efficace per ridurre gli effetti di questi disturbi impulsivi è fornita dalla selettività del circuito captatore. Se infatti si calcola il rapporto tra l'ampiezza massima della corrente prodotta da un brusco impulso di f. e. m. in un circuito risonante, e l'ampiezza della corrente prodottavi da una f. e. m. armonica avente il periodo uguale a quello proprio dello stesso circuito, si trova che tale rapporto è proporzionale al decremento del circuito, ed è quindi tanto minore quanto maggiore è la selettività del circuito stesso. La stessa proporzionalità al decremento si trova pel rapporto tra le energie fornite al circuito dalle due f. e. m. considerate (2). Tuttavia anche la selettività diventa insufficente quando la f. e. m. impulsiva è tanto forte da far raggiungere alla corrente prodotta una ampiezza massima dello stesso ordine di grandezza della corrente che si vuole ricevere.

In tale caso riesce evidentemente molto arduo separare le due correnti, dato che entrambe hanno uguale frequenza.

Sono stati spesso a tale scopo proposti dei dispositivi *differenziali,* nei quali si mettono in opposizione, rispetto ad un unico secondario, due circuiti oscillanti, di cui uno in perfetto accordo col segnale da ricevere e l'altro leggermente disaccordato.

In tal modo sull'unico circuito secondario il segnale armonico riesce a produrre un effetto sensibile, perchè esso produce due eccitazioni di diversa ampiezza sui due circuiti opposti, e sul secondario giunge la differenza di esse.

L'impulso elementare invece, producendo effetti uguali sui due

---

(1) Il disturbo, come il segnale, potrà eventualmente riuscire deformato per effetto della distorsione di frequenza dovuta ad una eccessiva selettività del complesso, ma non potrà essere ridotto se non nella stessa proporzione del segnale.

(2) Vedi appendice N. 3.

circuiti, non dovrebbe dare alcuna differenza sul secondario: ma è chiaro che ciò non avviene perchè in realtà gli effetti dell'impulso sui due circuiti, pure ammesso che siano quasi uguali in ampiezza, non lo sono in frequenza, perchè i due circuiti hanno frequenza diversa: in pratica avviene infatti che l'impulso passa anche lui al secondario insieme con il segnale (fig. 1).

È noto d'altra parte quanto grande sia la efficacia della selezione elettrica sulle eccitazioni di carattere armonico, quali sono quelle provenienti da emissioni radiofoniche fatte su onde poco diverse da quella che si vuole ricevere. Ad esempio tutti i radioamatori sanno come sia possibile con mezzi adatti (di cui parleremo in seguito), ricevere distintamente da stazioni lontane mentre agisce la stazione locale, il cui campo può essere varie diecine di volte più intenso di quello del segnale lontano. Ciò si deve al fatto ben noto che in un circuito selettivo a minime perdite, cioè di piccolo decremento, quale oggi si può facilmente costruire, le correnti

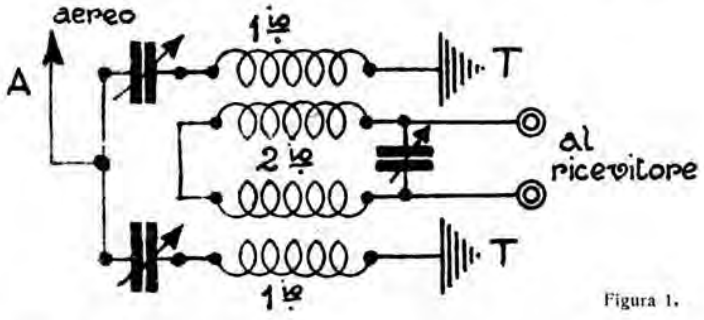


Figura 1.

prodotte da due f. e. m. armoniche di diversa frequenza hanno ciascuna la frequenza propria della f. e. m. agente, ed una ampiezza tanto minore quanto maggiore è la dissonanza delle stesse f. e. m. rispetto alla frequenza del circuito: la curva di risonanza rappresenta graficamente questa importante proprietà dei circuiti selettivi. Se vi sono stadi successivi sintonizzati, ogni stadio produce una ulteriore selezione, che può così diventare di una efficacia enorme. Nel caso degli impulsi, la frequenza delle oscillazioni prodotte è sempre quella del circuito e l'ampiezza è sempre proporzionale alla intensità dell'impulso; l'effetto selettivo (cioè la diminuzione di ampiezza per effetto della dissonanza) manca quindi completamente

o quasi. La diminuzione di ampiezza che si ottiene dalla diminuzione del decremento è limitata al circuito captatore, che di solito è il meno selettivo: gli stadi successivi non distinguono più il segnale dal disturbo e sono senza effetto selettivo sul disturbo stesso.

Ne segue che se la f. e. m. impulsiva è così forte, che la ampiezza della corrente da essa prodotta nel captatore sia dello stesso ordine di grandezza della corrente da ricevere, quest'ultima risulta forzatamente alterata dalla sovrapposizione della corrente impulsiva, che ha la sua stessa frequenza, e l'alterazione si mantiene fino alla rettificazione.

Affinchè questa alterazione non avvenga o rimanga tanto piccola da riuscire inavvertita, occorre quindi che la corrente dovuta agli impulsi disturbanti sia molto inferiore a quella dovuta ai segnali da ricevere, e cioè che il livello elettrico dei disturbi sia molto inferiore a quello dei segnali.

Questa è la conclusione a cui si giunge sempre quando si ragiona su questo argomento.

Questa stessa conclusione è stata anche dedotta teoricamente dagli studi del Carson (1) sull'effetto selettivo dei circuiti filtranti rispetto alle eccitazioni impulsive di forma irregolare ed accidentale, e quindi tali da potersi considerare, alla stregua del teorema di Fourier, come comprendenti una gamma molto estesa di frequenze componenti.

Il Carson ha dimostrato che per tali eccitazioni è impossibile la completa neutralizzazione per via selettiva, e solo si può parlare di una certa riduzione nel loro effetto (2).

---

(1) J. R. Carson - Selective circuits and static interference. The Bell System Technical Journal. Aprile 1925. Vedi anche "V. Gori. Sulle proprietà filtranti delle catene di circuiti elettrici„. "Elettrotecnica 15-25 Ottobre 1927„ e "Proceedings of the Institute of Radio Engineers„. Gennaio 1928 pag. 28.

(2) Nel numero di Luglio 1928 del "Proc. Institute of Radio Engineers» lo stesso Carson giunge alle stesse conclusioni negative anche relativamente ai circuiti bilanciati o in opposizione. Dai lavori del Carson si può dedurre che l'attitudine di un sistema selettivo ad attenuare i disturbi impulsivi e accidentali, è misurata dal rapporto tra la parte dell'area della sua curva di risonanza che è compresa tra le frequenze estreme da trasmettere (5000 periodi in più o in meno dell'onda portante nel caso radiofonico). e l'area totale della stessa curva di risonanza. I più vantaggiosi sono quindi i filtri passa-banda, di curva avvicinantesi alla forma rettangolare.

In migliori condizioni trovasi, sotto questo punto, di vista, la ricezione radiotelegrafica, nella quale sono stati realizzati dei dispositivi antiparassiti di notevole efficacia. Il sistema Verdan, che utilizza la sovrapposizione dei segnali r. t. ripetuti automaticamente a intervallo fisso, sembra uno dei più felici nei risultati.

Per la radiofonia le speranze di successo sono molto minori, anche tenuto conto delle esigenze di perfezione artistica di questa applicazione.

La conclusione che si può trarre da quanto sopra ha una notevole importanza pratica. Essa dice in sostanza che mentre è possibile per effetto selettivo neutralizzare un disturbo armonico anche se la sua f. e. m. è molto più forte di quella che si vuole ricevere, purchè siano diverse le frequenze, non è invece possibile (almeno per ora) neutralizzare nelle stesse condizioni i disturbi impulsivi, che diventano perciò innocui solo nel caso che la loro f. e. m. sia molto più debole della f. e. m. da ricevere. Occorre dunque metterci in questa condizione per rimediare, ed a tale scopo si può agire evidentemente in due modi: o sollevando l'intensità dei segnali, o deprimendo l' intensità dei disturbi.

Il primo modo consiste nell'aumentare la potenza delle stazioni emittenti e nel ridurne la distanza dai posti ricevitori, cioè nell'aumentarne il numero. È il metodo classico seguito in questi ultimi anni in cui si sono viste moltiplicare le stazioni radiodiffonditrici, di potenza sempre crescente.

Questo è tuttavia un metodo poco economico e non privo di inconvenienti, che esamineremo a proposito delle interferenze. Occorre dunque parallelamente seguire l'altro metodo, di deprimere il livello dei disturbi, almeno di quelli sui quali è possibile agire, vale a dire dei disturbi elettrici locali. Ciò si può fare evidentemente:

a) - Per tutti i disturbi impulsivi:

riducendone gli effetti sui ricevitori, con l'uso di organi captatori selettivi e di piccole dimensioni, come telai di piccola superficie, od aerei bassi, e di piccolo decremento, disposti in modo da risentire il meno possibile degli effetti disturbanti, sfruttando gli effetti direzionali quando possibile.

b) - Pei disturbi locali:

eliminandoli radicalmente mediante la rimozione della causa che li produce: ad esempio, correggendo i difetti di isolamento delle linee, eliminando i falsi contatti che scintillano, abolendo le stazioni r. t. a scintilla che disturbano, ecc., oppure:

circoscrivendoli in zone limitate, mediante la schermatura degli apparati disturbanti, o addirittura dei locali che li contengono, o mediante arresti induttivi e derivazioni capacitative sulle linee che trasportano i disturbi.

Ora è chiaro che nella attuazione di questi provvedimenti la maggior parte del lavoro deve essere compiuta dagli enti interessati alle applicazioni elettrotecniche.

Sembrerebbero, ad esempio, molto opportuni dei provvedimenti preventivi, come l'adozione di quei dispositivi che già altrove hanno dato buoni risultati. In America ad esempio le Società fabbricanti di piccoli apparecchi di uso domestico si sono preoccupate di limitare i disturbi alle radioaudizioni ed hanno studiato dei filtri appositi, adattabili ai vari scopi, costituiti essenzialmente da bobine di impedenza e da condensatori, bene proporzionati alle correnti ed alle tensioni in giuoco

Non sarebbe difficile ai costruttori procurarsi dati su questi apparati e diffonderne l'uso.

Ho già detto come in America il compito delle radio investigazioni dei disturbi sia stato assunto con molto interessamento dalle Compagnie di distribuzione elettrica: ciò significa che esse vi hanno trovato il loro tornaconto, ed è facile vedere come ciò sia molto verosimile, considerando che il diffondersi della radiodiffusione deve riuscire vantaggioso sia direttamente che indirettamente alle industrie elettrotecniche.

Direttamente, per il maggior consumo di energia elettrica che deriva dagli impianti dei radioamatori, sia perchè essi prolungano le loro serate per ascoltare la radio, sia perchè impiegano energia elettrica negli apparecchi che ricaricano gli accumulatori ed in quelli (che oggidì sempre più si diffondono) che alimentano direttamente gli apparati radio riceventi. Si tratta di piccole cose individuali, ma che moltiplicate per il grande numero degli utenti, possono diventare considerevoli.

Indirettamente poi, le industrie di distribuzione elettrica vengono a beneficiare della maggiore regolarità nel funzionamento delle loro linee, i cui difetti sono messi in evidenza dai radioamatori.

S'intende che un interesse non minore spetta alle Società esercenti le radioaudizioni, le quali hanno tutto da avvantaggiarsi dalla soddisfazione dei propri clienti: così dicasi dei fabbricanti di apparati radio, nonchè di tutte le industrie elettriche che debbono fornire le parti e le materie prime occorrenti a tali fabbricanti.

Il Governo da parte sua ha fatto più che il suo dovere.

Oltre alla nomina della Commissione già citata precedentemente presieduta dal Prof. Lombardi è stata infatti promulgata una recentissima legge N. 1352 del 14 Giugno 1928, avente per titolo « Norme per la radiodiffusione di esecuzioni artistiche » nella quale, all'art. 8 si legge quanto segue:

« Al Ministero per le Comunicazioni è data facoltà di fare ispezionare da suoi delegati tutte le stazioni radiotelegrafiche tanto governative, sia civili che militari, quanto quelle gestite da privati concessionari e di prescrivere quelle norme o quelle modificazioni agli impianti che riterrà necessario per impedire i disturbi delle radioaudizioni ».

« La stessa facoltà è data, al Ministro, per le tranvie governative, provinciali, comunali o gestite da privati concessionari e in generale per tutti gli impianti di utilizzazione della energia elettrica di qualsiasi specie; sentito il parere di una Commissione di tre tecnici dei quali due nominati dal Ministero e uno designato dalla parte interessata ».

Come si vede si tratta di una legge draconiana che mette il R. Governo nelle più favorevoli condizioni per quanto riguarda la possibilità di ricercare ed eliminare i disturbi di qualsiasi specie.

Le condizioni sono dunque ora favorevolissime per una azione concorde tra il R. Governo, gli Enti elettrotecnici, e l'Ente concessionario delle radioaudizioni, ai quali di buon grado sono certo si associeranno tutti i radioamatori ed i radiotecnici. Non rimane quindi che formulare l'augurio che queste speranze diventino presto realtà.

Veniamo ora alle interferenze.

6. - **Le interferenze.**

Le interferenze sono i disturbi provocati dalle comunicazioni radiotelegrafiche o dalle stesse diffusioni radiotelefoniche.

Questa categoria di disturbi è quella che forse riveste la maggiore importanza inquantochè essa può interessare tutta una regione, mentre che i disturbi elettrici locali hanno in generale un limitato raggio d'azione nell'interno della città ed i disturbi atmosferici hanno un certo carattere periodico e saltuario che li rende meno nocivi nel complesso: inoltre questi ultimi sono specialmente violenti in estate, nel periodo cioè in cui meno sono utilizzate le radioaudizioni.

Le interferenze dovute alle comunicazioni radiotelegrafiche presentano le maggiori difficoltà di rimedio. Esse provengono quasi totalmente dagli apparecchi a scintilla, i quali, benchè vadano scomparendo in quasi tutte le applicazioni, sono ancora in servizio in un gran numero di piroscafi e di navi sia nazionali che straniere; le onde con cui si effettuano le segnalazioni costiere sono molto vicine alla gamma della radiodiffusione ed in qualche caso sono comprese proprio in tale gamma, perchè vi sono segnalazioni fatte sia su 300 che intorno ai 400 metri, oltre naturalmente a quelle di 600 metri nominali, che in pratica possono diventare anche 550 o meno.

Sul numero del Giugno 1928 del « Radio Giornale », organo ufficiale dell'Associazione Radiotecnica Italiana, è stato pubblicato uno specchio indicante la situazione della ricezione radiotelefonica in Italia. Da esso risulta che una notevole parte dell'Italia è disturbata dalle stazioni costiere e dai piroscafi.

La questione non è di semplice risoluzione inquantochè il cambio degli apparecchi a scintilla, anche se si potesse imporre con un atto d'imperio da parte del Governo ai piroscafi italiani, non potrebbe ugualmente applicarsi ai piroscafi e alle stazioni straniere adibite al servizio marittimo, fra le quali più importanti e più disturbanti, perchè più vicine a noi, sono quelle francesi. La questione è stata attentamente esaminata dal Comitato Superiore di vigilanza sulle radioaudizioni e importanti decisioni sono in corso a questo riguardo.

Notevoli disturbi radiotelegrafici sono pure da attribuire alle stazioni di *grande potenza* che emettono onde più lunghe di quelle delle radiodiffusioni, ma che si producono disturbi per mezzo delle loro *armoniche*. Vi sono stazioni sia italiane che straniere che disturbano in questo modo. La eliminazione radicale di questo disturbo non appare tecnicamente difficile e richiede solo un poco di buona volontà che vogliamo sperare non mancherà.

Siamo così giunti alla questione delle interferenze radiofoniche.

Questa questione importantissima è stata largamente dibattuta da tutti gli Enti interessati alle radioaudizioni ed ha formato oggetto anche di numerose conversazioni ed intese internazionali.

La causa prima di queste interferenze risiede evidentemente nel fatto che il numero delle onde disponibili per il servizio delle radiodiffusioni è relativamente scarso in confronto al numero delle stazioni adibite a questo servizio, tenuto conto dell'area servita e della potenza delle stazioni stesse. Le onde risultano così troppo poco diverse fra di loro, in modo da produrre precisamente dei disturbi che in qualche occasione diventano gravissimi.

Attualmente l'intervallo fra le frequenze delle trasmissioni radiotelefoniche è stabilito in 10 kilocicli, numero che potrebbe ritenersi sufficiente quando si trattasse di trasmissione della sola parola e quando il grado di modulazione della emissione non fosse troppo spinto. Quando si tratta invece di trasmettere della musica con una forte percentuale di modulazione e quando poi questo intervallo non viene rigorosamente mantenuto, è evidente come esso non sia più sufficiente.

È noto infatti che una emissione radiotelefonica contiene sempre una banda di frequenze che si estende al disopra e al disotto della frequenza portante, di una quantità uguale alla massima frequenza contenuta nei suoni trasmessi. Ora nel linguaggio parlato la massima frequenza dei suoni trasmessi può essere contenuta senza danno nel limite di 2500 periodi circa, mentre trasmettendo della musica questo limite va portato almeno a circa 5000.

Ne consegue che trasmettendo la semplice parola, l'intervallo fra la frequenza inferiore di una emissione e la frequenza superiore di un'altra emissione che disti di 10 kc. dalla prima, sarà di solito maggiore di 5000 periodi. I battimenti che derivano dalla interfe-

renza di queste due frequenze hanno così una tonalità poco udibile, sia perchè meno efficiente delle tonalità preponderanti nella voce (che sono inferiori ai 1000 periodi), sia perchè molto diverse da queste.

In queste condizioni l'intervallo di 10 kc. sarebbe perfettamente sufficiente: passando alla musica la differenza fra la frequenza superiore e quella inferiore si riduce facilmente ad essere intorno ai 1000 periodi o meno, e i relativi battimenti possono perciò facilmente diventare molto bene udibili. La musica, che ha maggiori esigenze di purezza della parola, ne può riuscire gravemente deformata.

È anche evidente che una simile situazione non può essere rimediata aumentando la selettività dei ricevitori inquantochè l'aumento troppo spinto della selettività può facilmente far si che le frequenze più lontane dalla frequenza portante vengano notevolmente ridotte di forza; l'audizione della musica ne risulterebbe quindi distorta. Questo intervallo dei 10 kc. sembra perciò insufficiente, fino a quando non si possa contare su dei filtri passabanda, tali da lasciare passare quasi inalterate le frequenze fino a 5000 periodi in più od in meno di quella portante e da arrestare, o quasi, le frequenze immediatamente esterne a queste.

Apparati di questo genere sono stati studiati e sembrerebbe anche con buon esito. In America il Vreeland (1) avrebbe realizzato infatti un apparato a filtri, di frequenza variabile, nel quale si sintonizzerebbero tutti i numerosi circuiti con una sola manovra e nel quale si manterrebbe in ogni caso una caratteristica rettangolare di frequenza con apertura di 10 kc. Se diventeranno di uso pratico, gli apparati di questo tipo potranno risolvere ottimamente il problema delle interferenze.

È importante notare che il disturbo di cui trattasi è una funzione del grado di modulazione e che esso è tanto meno sentito quanto minore è tale grado.

Se A e B sono le ampiezze delle due emissioni e m e n sono

---

(1) Proceeding of the Institute of Radio Engineer. - Giugno 1928.

le rispettive percentuali di modulazione, la corrente rettificata del loro battimento è proporzionale al prodotto $\frac{m\,n\,A\,B}{2}$. (1)

La corrente corrispondente alla ricezione in corso è proporzionale a $2\,m\,A^2$ cosicchè il disturbo sta alla ricezione nel rapporto $\frac{n}{4} \cdot \frac{B}{A}$.

Una riduzione nelle percentuali di modulazione m e n è quindi favorevole alla riduzione delle interferenze; si può aggiungere che dopo la rettificazione la componente di distorsione (corrispondente alla frequenza acustica doppia di quella da ricevere), è proporzionale a $\frac{m}{2} A^2$, cioè sta nel rapporto $\frac{m}{4}$ rispetto alla ricezione utile, e cresce quindi con la percentuale di modulazione; e si può concludere che una modulazione molto forte, se è utile per aumentare la portata della stazione, non sembra affatto desiderabile sotto il punto di vista della purezza della ricezione e della eliminazione delle interferenze.

Una causa non trascurabile di interferenze può essere la instabilità dell' onda portante. È ovvio infatti che con un intervallo ristretto, come abbiamo veduto essere quello di 10 kc., uno scarto di qualche kc. in più o in meno può aumentare di molto la possibilità di eterodinamento tra le frequenze laterali delle stazioni che impiegano onde adiacenti. A ciò si è però già in generale posto rimedio, ed è da ritenere che i mezzi ora a disposizione, fra i quali citeremo i quarzi piezoelettrici come stabilizzatori, faranno scomparire del tutto questa causa di interferenze.

Un'ultima sorgente di interferenze è infine la stazione locale, naturalmente nelle città ove essa esiste. Il disturbo di cui qui trattasi è limitato a coloro i quali vogliono sentire le emissioni lontane durante il funzionamento della stazione locale.

Ho constatato che non è difficile raggiungere la eliminazione del disturbo locale anche usando ricevitori molto semplici, mediante la aggiunta dei circuiti sintonizzati, detti filtri, o trappole, o rejettori, o epuratori, costituiti da un piccolo condensatore variabile e da

(1) Vedi appendice N. 2.

una bobina. Vi sono due tipi di questi circuiti: circuito in serie coll'aereo e coll' apparecchio ricevitore, e circuito in parallelo all'apparecchio ricevitore.

I primi sono costituiti da un circuito antirisonante, cioè con capacità e induttanza in parallelo, accordato sull'onda da eliminare e disposto in serie coll'aereo e coll'apparato ricevitore (fig. 2) i secondi constano di un circuito risonante, costituito da capacità e induttanza in serie, accordato pure sull'onda da escludere e collegato in parallelo ai serrafili aereo-terra del ricevitore (fig. 3).

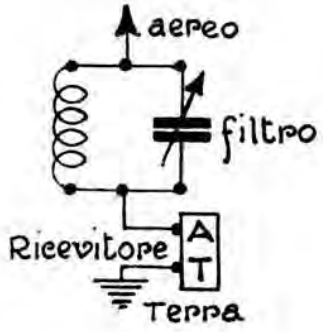


Figura 2.

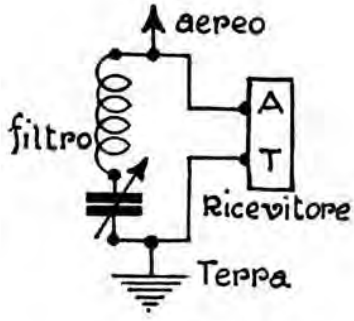


Figura 3.

Questo secondo tipo (fig. 3) è molto meno consigliato del primo (fig. 2), che è quello generalmente considerato dai radiotecnici: cito fra gli altri il Dott. A. Goldsmith (1) direttore della Sezione Broadcasting della Radio Corporation of America, il Capitano Eckersley (2) direttore della British Broadcasting Corporation (3).

Personalmente ho trovato che in genere il secondo tipo è più efficiente del primo.

---

(1) Reduction of interference in Broadcast reception. - Proceed. of Inst. of Radio Engineers - Ottobre 1926.

(2) The design and distribution of Wireless Broadcasting Stations for a national service. - The Institution of Electrical Engineers. - Maggio 1928.

(3) Il ricevitore « epuratore » studiato dal Col. Bardeloni durante la guerra era pure basato sulla fig. 2.

La ragione ne è probabilmente da ricercare nel fatto che negli apparati ricevitori il circuito d'aereo è di solito antirisonante, ed inserito direttamente sull'aereo o ad esso più o meno accoppiato. Ora il circuito antirisonante, come noto (1), offre per la frequenza di risonanza una impedenza non induttiva $\left(\frac{L}{RC}\right)$ molto grande (dell'ordine dei 100 mila ohm), che diminuisce a misura che ci si scosta dalla risonanza. Per frequenze non molto distanti dalla risonanza la impedenza non induttiva è però sempre elevata. Ne segue che se sull'aereo si inserisce un altro circuito antirisonante, accordato sull'onda da escludere (fig. 2), esso offrirà, per tale onda, una forte impedenza, che si aggiungerà a quella, pure notevole, già offerta, per la stessa onda dal circuito antirisonante del ricevitore. L'onda da escludere sarà quindi ridotta ma non eliminata. Per contro il filtro offrirà una impedenza notevole (difficile da correggere perchè non tutta induttiva), anche per l'onda da ricevere, la quale sarà quindi anch'essa indebolita.

Se invece si usa, come filtro, un circuito risonante accordato sull'onda da escludere (fig. 3) posto in parallelo a quello antirisonante del ricevitore, il filtro offrirà, come impedenza all'onda da escludere, la sola sua resistenza ohmica, che può rendersi molto piccola (qualche ohm) con la opportuna scelta di elementi a minime perdite. Il circuito antirisonante del ricevitore offrendo invece una impedenza ancora molto forte anche per tale onda, questa sarà quasi totalmente deviata verso il filtro, ed esclusa o quasi dal ricevitore.

Per l'onda da ricevere il filtro risonante si comporterà come una induttanza, se tale onda è più corta di quella da escludere (sulla quale esso è accordato), e come una capacità se essa è più lunga; e poichè esso è in parallelo al circuito del ricevitore, così tutto avverrà come se nel 1° caso la induttanza di questo circuito fosse diminuita e nel 2° caso la sua capacità fosse aumentata. Basterà quindi correggere la capacità del condensatore del ricevi-

---

(1) Vedi appendice N. 1.

tore, aumentandola nel 1° caso e diminuendola nel 2°, per rimettere tutto il complesso filtro-ricevitore in risonanza sull'onda da ricevere.

In tale modo l'onda da ricevere non sarà affatto indebolita (anzi praticamente è spesso rinforzata), dal filtro, che per contro agirà efficacemente per l'onda da escludere, come abbiamo visto.

In conclusione quindi il filtro in derivazione mi sembra preferibile a quello in serie e consigliabile a tutti coloro che, disponendo di un aereo esterno anche poco sviluppato, vogliono ricevere le stazioni lontane escludendo quella locale.

L'adozione generalizzata di questi semplici filtri può avere una certa importanza pel fatto che essa può permettere, senza eccessive preoccupazioni di interferenze, l'aumento della potenza della stazione locale, quando ciò sia richiesto da esigenze di ordine tecnico o nazionale, o l'impianto di una seconda emissione locale su altra onda, allo scopo di permettere da una sola stazione la contemporanea emissione di due programmi (1).

7. - La distribuzione internazionale delle onde radiofoniche.

È noto come le interferenze sono tanto più deboli quanto più grande è la differenza fra l'onda che disturba e quella che si vuole ricevere, e quanto più grande è il rapporto tra l'ampiezza dell'onda che si vuole ricevere e l'ampiezza dell'onda disturbante. I rimedi sono quindi facilitati da una razionale distribuzione delle lunghezze d'onda e delle potenze delle stazioni di radiodiffusione.

Questa importante questione tutt'ora si dibatte fra i vari enti interessati.

Un'apposita conferenza internazionale si è costituita a Ginevra ed a cominciato a funzionare fin dal novembre 1926 col nome di Union International de Radiophonie (U. I. R.) avente appunto come principale suo scopo la razionale distribuzione delle onde e delle potenze delle stazioni radiodiffonditrici. Ultimamente, e cioè nel

(1) Questo sistema delle stazioni ad onde gemelle è stato proposto in Inghilterra per dare ai radioamatori una comoda possibilità di scelta tra due programmi ugualmente bene udibili.

novembre scorso un fatto di notevole importanza è intervenuto nella questione, vale a dire la *Convenzione Internazionale di Washington,* la quale ha stabilito le gamme d'onda destinate alla radiodiffusione che dovrebbero essere accettate internazionalmente.

La Convenzione di Washington ha presso a poco confermato le gamme già precedentemente adibite alle radiodiffusioni, in parte però restringendole, ed aggiungendone alcune sulle onde corte, di sfruttamento non immediato nè generale. Le speranze che la Conferenza di Washington dovesse consentire una maggiore libertà di azione nel campo della radiofonia è stata perciò in parte delusa.

Tuttavia un vantaggio ne è derivato, anche da questa limitazione, pel fatto che la Conferenza ha stabilito dei limiti *ben netti* là dove prima erano soltanto delle intese più o meno elastiche. È quindi probabile che questa chiarificazione della situazione permetta lo stabilimento di un'ordine più rigido del precedente, tanto più ora necessario in considerazione del modo alquanto caotico e disordinato con cui si è giunti alla presente situazione.

Una revisione dello stato attuale delle cose sembra molto sentita e le proposte non mancano.

Possiamo esaminarne qualcuna.

Il Sig. Siffer Lemoine dell'Amministrazione Telegrafica Svedese e membro del Comitato tecnico della « U. I. R. » propugna (1) una revisione della allocazione delle lunghezze d'onda per sostituire all'attuale distribuzione, così detta poligonale, una distribuzione per bande.

Attualmente la distribuzione è fatta col criterio d'interporre le massime distanze geografiche fra le stazioni aventi le onde più vicine, di modo che le stazioni fra di loro geograficamente più vicine vengono ad avere le onde fra di loro più diverse.

Questa distribuzione apparentemente è molto razionale, inquantochè, ammesso che le stazioni più vicine siano quelle che maggiormente disturbano, la riduzione del reciproco disturbo si ottiene mediante una grande differenza d'onda rispetto alle stazioni immediatamente circostanti.

---

(1) Esperimental Wireless - Luglio 1928.

In realtà però essa è fonte di varii inconvenienti.

Intatti la propagazione delle onde e. m. non avviene soltanto sulla superficie del suolo, nel qual caso la forza elettrica del campo prodotto andrebbe rapidamente decrescendo con la distanza fino ad annullarsi praticamente; ma vi è altresì una propagazione nello spazio aereo, con probabile successiva riflessione negli alti strati atmosferici, mediante la quale le stazioni riescono, specialmente di notte, a farsi sentire con forte intensità anche a grandi distanze, e quindi anche nelle vicinanze delle stazioni che hanno onde press'a poco uguali alle loro.

Ne segue che, salvo il caso della ricezione nelle immediate vicinanze di una stazione trasmittente, la emissione vicina e quella lontana, fatte su onde poco diverse fra loro, possono arrivare con intensità non molto diversa allo stesso ricevitore.

Il presunto vantaggio del sistema poligonale viene così completamente annullato e ne rimangono gli svantaggi, fra i quali il primo è questo, che quando un disturbo sia constatato, la sua riduzione non può essere ottenuta se non mediante una azione internazionale, inquantochè normalmente la stazione, di onda vicina ma geograficamente lontana che disturba, appartiene ad un'altra nazione. Vi è inoltre il pericolo che se la stazione lontana non mantiene un'onda perfettamente costante o usa una modulazione troppo spinta, il disturbo può avere carattere di gravità che difficilmente può farsi constatare all'ente responsabile, il quale fra l'altro potrebbe non avere alcun interesse a migliorare le condizioni della sua stazione per evitare il disturbo in una regione da lui lontana.

Il Sig. Lemoine propone perciò che, di massima, le stazioni appartenenti ad una stessa nazione siano comprese in una stessa gamma di onde vicine, di modo che le varie onde realizzate in tale gamma riuscirebbero naturalmente fra di loro poco diverse.

In sostanza si tratterebbe di dare a ciascun Stato, con un certo speciale criterio dipendente dalla sua superficie, dalla sua popolazione e da altri indici del suo grado di civiltà, una data gamma entro la quale lo Stato può disporre a suo comodo delle onde in essa comprese. Così vi potrà essere uno Stato che desidera impiantare molte stazioni di piccola potenza su onde poco tra loro diverse,

come vi potrà essere uno Stato che ritiene preferibile disporre nella propria gamma poche stazioni molto intervallate e di grande potenza: in entrambi i casi gli altri Stati non avrebbero motivo d'intervenire. Inoltre ogni Stato avrebbe tutto l'interesse a mantenere le onde perfettamente costanti ed il migliore grado di modulazione, perchè in caso diverso le interferenze sarebbero subite dai proprï radioamatori. Chi saprà meglio perfezionare le proprie trasmissioni e i proprï apparati di ricezione, potrà avere un migliore servizio ad una maggiore varietà di programmi di chi non sappia raggiungere lo stesso grado di perfezione. In ogni caso le conseguenze di eventuali difetti nelle proprie trasmissioni sarebbero sopportate specialmente dallo Stato che le provoca e non già da uno Stato estraneo, come avviene attualmente.

Anche la costruzione degli apparecchi destinati al solo ascolto nazionale, e quindi utilizzanti solo una piccola gamma, ne sarebbe facilitata. Infine coloro che desiderano di sentire le stazioni forestiere si troverebbero nelle migliori condizioni, perchè le onde da ricevere sarebbero molto diverse da quelle nazionali; per questa stessa ragione i disturbi di carattere internazionale sarebbero pressochè completamente evitati.

Naturalmente a questo sistema si può opporre la considerazione che la gamma disponibile per la radiodiffusione è costituita dalle onde fra 200 e 545 metri (oltre alla gamma lunga, di uso però più limitato), e che queste onde non sono tutte ugualmente bene adatte per la radiodiffusione, cosicchè si verrebbe a creare una certa sperequazione fra le Nazioni che avranno la loro gamma tra le onde migliori e quelle che la avranno fra le onde peggiori.

La questione merita tuttavia a mio parere un attento esame, specialmente in vista alla possibilità di sfruttamento delle numerose gamme di onde corte assegnate alla radiodiffusione dalla Convenzione di Washington ed al promettente avvenire delle onde corte e ultracorte. Ove fosse possibile venire ad un'accordo nel senso propugnato dal Sig. Lemoine, un gran passo mi sembra che sarebbe compiuto verso la eliminazione delle interferenze.

Un'altra proposta che viene fatta da molte parti e di cui si è interessato anche il nostro Istituto Superiore Postelegrafonico riguarda la possibilità di trasmettere uno stesso programma su una

stessa lunghezza d'onda da parte di diverse stazioni, opportunamente distribuite nel territorio nazionale, e che devono naturalmente essere fra di loro collegate sia per quanto riguarda l'onda portante che per la modulazione. Scopo di questo sistema sarebbe di creare un campo per quanto possibile uniforme in tutto il territorio per ogni determinato programma da trasmettere, di guisa che sarebbe possibile, ad esempio mediante solo tre onde, diffondere in tutta l'Italia tre distinti programmi, i quali sarebbero tutti pressapoco egualmente bene sentiti.

L'idea è certamente interessante e numerose prove sono state fatte sia in America che in Inghilterra ed in Germania per attuarla praticamente. Con essa potrebbersi ridurre notevolmente il numero delle onde adibite alla radioaudizione, mantenere quindi un maggiore intervallo fra di esse e limitare così le interferenze.

Le principali difficoltà che si sono incontrate sono la sincronizzazione esatta delle onde portanti, e le interferenze che le stazioni lavoranti sulla stessa onda si provocano reciprocamente nelle zone intermedie, le quali dovrebbero perciò essere coperte con altre onde. Inoltre, specialmente in Italia, si prevedono difficoltà nella realizzazione degli allacciamenti indispensabili tra le varie stazioni.

È naturale che soluzioni come quelle prospettate richiedano una intensa collaborazione internazionale fra gli enti interessati alle radioaudizioni, non esclusi i Governi.

Analoghe intese internazionali sembrano necessarie per la risoluzione delle interferenze radiotelegrafiche, perchè mentre la Convenzione radiotelegrafica di Washington dello scorso novembre ha stabilito per il gennaio 1935 l'abolizione delle stazioni a scintilla, sarebbe vivamente desiderabile che questa risoluzione venisse di molto anticipata.

Il Comitato Superiore di Vigilanza sulle radioaudizioni ha affrontato questa non facile questione, ed i provvedimenti allo studio tendono appunto a risolverla nel modo più rapido e radicale.

8. - Cenno sulla sensibilità degli apparati ricevitori ai disturbi ed alle interferenze.

I ricevitori più attualmente usati, se si escludono quelli a galena o ad una o due valvole, adatti solo per la ricezione locale e quindi insensibili o quasi ai vari disturbi, si possono raggruppare in quattro categorie:

1° - Apparecchi semplici a tre o quattro valvole ordinarie con rigenerazione.

2° - Apparecchi con amplificatore ad alta frequenza neutralizzati (neutrodina e derivati).

3° - Apparecchi con amplificatori ad alta frequenza con valvole schermate.

4° - Apparecchi a cambiamento di frequenza (supereterodina e derivati).

Vari studi anche recenti sono stati compiuti sul relativo valore di questi appparati, ma data la grandissima varietà dei tipi cui essi dànno luogo, nonchè la notevole differenza di accuratezza di lavorazione o di montaggio esistente fra gli esemplari di uno stesso tipo, è evidente come non sia possibile tranciare dei giudizi categorici. Basandoci sulle proprietà caratteristiche dei vari tipi possiamo però tentare di dare qualche indicazione generale sulla loro sensibilità alle interferenze ed ai disturbi impulsivi.

Gli apparati a tre o quattro valvole ordinarie, nei quali l'amplificazione A. F. è solo ottenuta con la rigenerazione, non emergono nè per sensibilità nè per selettività. Quelli però che hanno la cosidetta reazione sull'aereo, a parte il disturbo che essi possono arrecare ai radioamatori vicini, si trovano relativamente in buone condizioni per la riduzione dei disturbi impulsivi, perchè la diminuzione del decremento dovuta alla rigenerazione si verifica in essi proprio nell'organo captatore, che è, come abbiamo visto, il solo nel quale l'aumento della selettività favorisce la riduzione dei disturbi impulsivi.

I ricevitori a neutrodina e quelli che impiegano le valvole schermate come amplificatrici ad alta frequenza, utilizzano la risonanza

anodica e possono ottenere una grande selettività accompagnata da una grande amplificazione.

La valvola schermata offre, sembra accertato, dei notevoli vantaggi sulla neutrodina, inquantochè non richiede la neutralizzazione della capacità interelettrodica, ridotta piccolissima dalla interposizione della 2ª griglia, che fa da schermo.

La valvola schermata presenta inoltre una resistenza anodica elevatissima, ciò che permette d'impiegare utilmente dei circuiti anodici sintonizzati aventi una impedenza pure molto grande e ottenere fortissime amplificazioni, essendo l'amplificazione proporzionale alla detta impedenza. Ciò risulta facilmente ricordando che l'amplificazione è misurata dal rapporto.

$$\frac{E_p}{E_g} = \frac{g \cdot Z}{1 + \frac{Z}{R_p}}$$

in cui $Z = \frac{L}{C R}$ è la impedenza del circuito anodico sintonizzato, R_p la resistenza di placca e g la mutua conduttanza della valvola. Se R_p è molto maggiore di Z tale rapporto si riduce a

$$\frac{E_p}{E_g} = g \frac{L}{R C}$$

Ora le buone valvole schermate hanno una g che si aggira sui 0,4 millimho e che è indipendente o quasi dalla tensione di placca, e la loro resistenza di placca raggiunge facilmente varie centinaia di migliaia di ohm. Si può quindi utilmente aumentare la impedenza del circuito sintonizzato anodico fino ad oltrepassare 200 o 300 mila ohm, ottenendo quindi amplificazioni di tensione che possono superare le 100 unità nonchè una altissima selettività. E poichè la g dipende notevolmente dalla tensione della griglia di controllo, regolando con un potenziometro tale tensione si può regolare la amplificazione entro ampi limiti.

In pratica infatti gli amplificatori a valvola schermata, specialmente se usano anche la rigenerazione sul circuito sintonizzato di placca, in modo da ottenere una ulteriore riduzione nella resistenza

del circuito e un conseguente aumento nella sua impedenza e nella sua selettività, dànno degli ottimi risultati, sia come sensibilità che come riduzione delle interferenze. Non altrettanto può dirsi per la riduzione dei disturbi impulsivi, poichè questi, se esistono, entrano nella valvola incorporati coll'alta frequenza e vengono amplificati con essa, come abbiamo già visto.

I ricevitori a supereterodina sfruttano il notevole aumento di forza che si ottiene con la reazione innescata, o col sistema della eterodina, applicati all'alta frequenza, e sfruttano altresì la selettività proveniente dall' amplificatore intermedio, costituito da successivi stadi sintonizzati, nonchè quella proveniente dalla riduzione della frequenza, mediante la quale la dissonanza fra l'onda disturbante e quella da ricevere viene notevolmente aumentata: ad esempio ricevendo su 400 kc., un'onda disturbante di 410 kc. presenta una differenza percentuale di 10 su 400 cioè del 2,50 %; ma se entrambe si fanno battere con un'onda di 350 kc. le due onde che ne risultano, rispettivamente di 50 e di 60 kc. differiscono fra di loro del 20 %. La dissonanza viene cioè aumentata nel rapporto di 1 a 8.

Per queste ragioni la supereterodina, che viene generalmente usata con aerei a telaio, accoppia una grande sensibilità ad una grande selettività e, quando è bene costruita, rappresenta probabilmente ancora il miglior tipo di ricevitore radiofonico specialmente in relazione alla eliminazione delle interferenze. Nei riguardi dei disturbi elettrici locali per contro non sembra che essa presenti sempre dei vantaggi sugli apparecchi che utilizzano l'antenna, specialmente in alcune zone soggette a gravi disturbi locali. Potrebbe darsi che questi disturbi in qualche caso provengano da campi magnetici localmente molto intensi, pei quali il telaio diventa un organo captatore più efficiente dell'antenna.

Molte speranze, per quanto riguarda la fedeltà della riproduzione e la riduzione delle interferenze, si hanno sui ricevitori a filtro passa-banda interna, sul tipo di quello Vreeland di cui si è già detto: ma mancano ancora dati sicuri sulla loro praticità.

Secondo Eckersley (1) si possono raggiungere risultati analoghi

(1) Loc. cit.

in vari altri modi; ad es.: *a*) - inserendo sull' A. F. una serie di circuiti sintonizzati, ma fortemente smorzati; *b*) - disaccordando gli stadi successivi di A. F. alternativamente uno in più e uno in meno rispetto alla frequenza da ricevere; *c*) - smorzando fortemente il circuito d'aereo e introducendo un filtro passa-banda interna nel circuito di media frequenza (nelle supereterodine).

È probabile che questi vari studi sbocchino presto a soluzioni soddisfacenti; attualmente però, negli apparati fino ad oggi più diffusi si cerca solo di aumentare la selettività mediante la riduzione del decremento, e la sensibilità coll' aumento degli stadi amplificatori o con l' uso di valvole sempre più efficienti, ed è chiaro come non sia conveniente proseguire molto su questa via. Infatti una diminuzione eccessiva del decremento, che appuntisca troppo la curva di risonanza, riuscirebbe di grave danno alla qualità della riproduzione perchè, come abbiamo già notato, le tonalità più alte dello spettro acustico ne risulterebbero troppo ridotte in confronto a quelle più basse e ne perderebbero sia la armonia della musica che la chiarezza della parola.

Molti degli attuali apparati hanno già probabilmente oltrepassato il limite massimo di selettività compatibile con la fedeltà della riproduzione acustica, (1) e la proposta *c*) di Eckersley di smorzare fortemente il circuito d'aereo ne è la riprova.

D'altra parte la riduzione del decremento dell' aereo è l'arma più comoda per combattere i disturbi impulsivi, come risulta chiaramente dalla osservazione che i disturbi impulsivi agiscono direttamente solo sul circuito captatore e che il loro effetto è proporzionale al decremento di questo circuito. Queste considerazioni trovano una conferma nella ben nota minore sensibilità, ai disturbi, dei telai in confronto alle antenne e fanno quindi ritenere come vantaggioso l'uso di organi captatori di minimo decremento. Il peggioramento nella qualità della riproduzione, eventualmente prodotto da un eccessiva selettività del captatore, potrà probabilmente correggersi smorzando opportunamente i successivi stadi.

I telai sono poi vantaggiosi, oltre che per il loro minore

---

(1) David. - La qualité de la reproduction radiophonique. - Onde Electrique. Luglio 1928.

decremento, anche per la loro direttività, che attenua notevolmente i disturbi provenienti dalle direzioni normali al loro piano. La diminuzione del loro decremento può consentire anche una diminuzione nelle dimensioni e compensare in molti casi la loro minore efficenza captativa rispetto alle antenne. Essi sembrano perciò di massima molto adatti per la ricezione radiofonica.

Un'ultima considerazione generale si può fare, riguardante gli apparecchi ricevitori, ed è che l'aumento della amplificazione, quando non sia accompagnato da un aumento di selettività, è di per se stesso dannoso, in quanto aumenta nella stessa misura l'intensità dei segnali e quella dei disturbi. Se questi sono più deboli dei segnali, dall'amplificazione essi risultano avvantaggiati, per la nota caratteristica logaritmica della nostra sensazione acustica.

Se infatti i segnali sono sentiti ad es. con forza 8 ed i disturbi con forza 2, una riduzione della amplificazione può far scomparire, o quasi, il disturbo e conservare ancora una forza 6 al segnale. Per contro, un aumento nella amplificazione può portare ad es. il segnale a 10 e il disturbo a 4, con notevole danno per la purezza della ricezione. La difficoltà di ottenere degli amplificatori a bassa frequenza efficenti e perfettamente silenziosi è spiegabile probabilmente colla stessa considerazione, e fornisce la ragione che fa generalmente preferire l'amplificazione sull'alta a quella sulla bassa frequenza.

In base a queste considerazioni possiamo concludere che il massimo ammissibile di amplificazione è raggiunto allorquando il rumore di fondo dei disturbi affiora negli intervalli silenziosi della ricezione. A questo punto infatti ogni amplificazione ulteriore sarebbe dannosa. Di conseguenza quanto più basso sarà il livello elettrico dei disturbi e tanto maggiore sarà l'amplificazione ammissibile.

Nei periodi di perturbazioni atmosferiche il livello elettrico dei relativi disturbi si alza senza che vi sia possibilità di agire su di essi. Se non si può operare sulla selettività o sulla dirigibilità dell'organo captatore, si dovrà in questi casi abbassare l'amplificazione, e se con ciò i segnali da ricevere saranno spariti o diventati incomprensibili, non vi sarà altro da fare, a meno che non si possa aumentare la potenza della trasmissione.

Una grande potenza nella trasmissione, sembra perciò, anche oggi, il miglior modo per garantire una buona ricezione in ogni caso.

10. - **Conclusione.**

Una razionale organizzazione internazionale radiofonica, che assicuri una sufficente stabilità nelle onde delle stazioni emittenti ed un intervallo costante di almeno 10 kc. tra le frequenze delle varie emissioni; nonchè una rigida disciplina delle trasmissioni ad onde smorzate, in attesa della loro abolizione, fanno sperare possibile anche con gli attuali apparati, ma meglio ancora con quelli che già si delineano molto chiaramente, la eliminazione praticamente soddisfacente delle interferenze.

La eliminazione dei disturbi impulsivi si presenta meno facile. Possiamo però considerare che gli atmosferici, sui quali non è possibile agire, hanno fortunatamente dei lunghi periodi di calma, e che quelli elettrici locali, pur essendo più persistenti, sono accessibili ai nostri mezzi di azione: una buona organizzazione collettiva dovrebbe quindi permettere di ridurre questi ultimi entro limiti tollerabili. Si richiede, per questo, solo della buona volontà da parte degli interessati. Se l'Ente concessionario della radiodiffusione, le aziende elettriche di distribuzione, i fabbricanti di materiali elettrici, i radioamatori ed i radiotecnici, nei limiti delle proprie possibilità, vorranno efficacemente collaborare con il Governo e con il Comitato di Vigilanza, e facilitarne l'opera, sarà forse possibile raggiungere presto lo scopo, e così rendere sempre più attraente la radiofonia italiana, a tutto vantaggio della coltura e della educazione Nazionale.

LUIGI SACCO
COLONNELLO DEL GENIO

APPENDICE N. 1.

Sulla selettività dei circuiti oscillanti.

La selettività dei circuiti oscillanti è l'attitudine a ridurre le interferenze per sola differenza di frequenza.

Si considerano i due circuiti fondamentali: *a*) circuito risonante e *b*) circuito antirisonante.

a) Il circuito risonante è costituito da una capacità C e da una induttanza L in serie. Poichè nessun circuito può essere praticamente realizzato senza perdite così si deve considerare anche una resistenza in serie R rappresentante le perdite nelle due parti L e C.

Applicando una f. e. m. armonica E di pulsazione $\omega = 2\pi f$ agli estremi A B del circuito si ha una corrente di regime, data, in notazioni simboliche, dalla espressione

$$I = \frac{E}{R + j\,\omega\,L + \frac{1}{j\,\omega\,C}}$$

in cui $j = \sqrt{-1}$.

Il denominatore, impedenza del circuito, si può trasformare introducendo la pulsazione propria del circuito $\omega_o = \frac{1}{\sqrt{L\,C}}$ e la resistenza apparente del medesimo $\rho_o = \sqrt{\frac{L}{C}}$. Segue $L = \frac{\rho_o}{\omega_o}$ e $C = \frac{1}{\rho_o\,\omega_o}$ e quindi

$$Z = R + j\,\rho_o\left(\frac{\omega}{\omega_o} - \frac{\omega_o}{\omega}\right).$$

La differenza $x = \frac{\omega}{\omega_o} - \frac{\omega_o}{\omega} = \frac{f}{f_o} - \frac{f_o}{f} = \frac{\lambda_o}{\lambda} - \frac{\lambda}{\lambda_o}$

si può chiamare *dissonanza* della f. e. m. rispetto alla frequenza del circuito e quindi scrivere

$$Z = R + j\,\rho_o\,x \qquad I = \frac{V}{R + j\,\rho_o\,x}$$

di cui il valore reale è $(I) = \frac{(E)}{\sqrt{R^2 + \rho_o^2\,x^2}}$. La I ha quindi il max valore per $x = o$. Esso è

$$(I_o) = \frac{(E)}{R}.$$

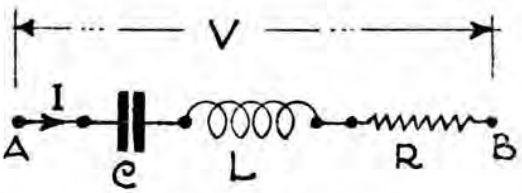


Figura 1.

Il circuito attenua l'effetto di tutte le f. e. m. aventi frequenze superiori o inferiori a quella propria del circuito.

Il rapporto

$$\frac{(I)}{(I_o)} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \rho_o^2 x^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\rho_o}{R}\right)^2 x^2}}$$

dipende solo dalla dissonanza e dalla costante $\frac{\rho_o}{R}$ del circuito.

Questa costante $\sigma = \frac{\rho_o}{R} = \frac{\sqrt{\frac{L}{C}}}{R}$ detto anche coefficente di *sovratensione* del circuito, si può ritenere, pei piccoli valori di R, uguale a $\frac{\pi}{\delta}$ in cui δ è il decremento logaritmico del circuito.

Quanto più alto è questo rapporto σ e tanto più piccola è la corrente che, per una data f. e. m. e per una data dissonanza si ottiene nel circuito, è quindi tanto maggiore e l'effetto selettivo del circuito. Questo numero $\sigma = \frac{\pi}{\delta}$ perciò rappresenta un indice della selettività del circuito e può chiamarsi anche *selettività* del circuito stesso.

Si può osservare che quando la dissonanza non è eccessivamente piccola, cioè per $x > \frac{1}{10}$ in valore assoluto, la selettività essendo comunemente dell'ordine di 100 e più, il rapporto $\frac{I_o}{I}$ si può rappresentare approssimativamente con

$$\frac{I_o}{I} \backsimeq \sigma\, x$$

La selettività σ, come è stata qui definita, rappresenta dunque il rapporto tra la corrente di risonanza e quella dissonante corrispondente alla dissonanza uno. Tale dissonanza si ha per

$$\frac{\omega}{\omega_o} = \frac{f}{f_o} = \frac{1}{2}(\sqrt{5} \pm 1) = \begin{cases} 1{,}6175 \\ 0{,}6175 \end{cases}$$

Se la frequenza della f. e. m. è molto maggiore di quella del circuito, cioè $\omega \gg \omega_o$ la x si riduce a $\frac{\omega}{\omega_o}$ e la impedenza diventa $z \backsimeq R + \frac{j\,\rho_o\,\omega}{\omega_o} = R + j\,\omega\,L$ che cresce con la frequenza. Se invece $\omega \ll \omega_o$ sarà $x = -\frac{\omega_o}{\omega}$ e $Z \backsimeq R - \frac{j\,\rho_o\,\omega_o}{\omega} = R + \frac{1}{j\,\omega\,C}$ che cresce al diminuire della frequenza.

Esempio numerico.

Ricevendo l'onda di 450 m. su un circuito di $C = 200 \cdot 10^{-12} F$; $L = 285 \cdot 10^{-6} H$; $R = 12$ ohm, sarà $\rho_o = \sqrt{\frac{L}{C}} = 1200$ ohm; $\omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 4.100.000$.

$$\delta = \pi R \sqrt{\frac{C}{L}} = 3{,}14 \cdot \frac{12}{1.000} \sqrt{\frac{200}{285}} = 0{,}0314.$$

La selettività del circuito è quindi $\sigma = \frac{\pi}{\delta} = 100$.

Per una dissonanza $x = 0{,}10$ si ha

$$\frac{I}{I_o} = \frac{1}{\sqrt{1 + (0{,}10 \cdot 100)^2}} \simeq \frac{1}{0{,}10 \cdot 100} = \frac{1}{10}$$

Se la $x = + 0{,}10$, cioè per $\frac{\omega}{\omega_o} = 1{,}05$ la impedenza sarà $z = R + j\, 0{,}10 \cdot 1200 = 12 + 120\, j$ ohm; il circuito si comporta come una induttanza e presenta una impedenza essenzialmente induttiva dieci volte maggiore di quella di risonanza. Se la $x = - 0{,}10$ cioè per $\frac{\omega}{\omega_o} = 0.95$ la impedenza sarà $z = 12 - 120\, j$ ohm; il circuito si comporta come una capacità e presenta una impedenza essenzialmente capacitiva dieci volte maggiore di quella di risonanza.

b) Circuito antirisonante. È costituito da una capacità C in parallelo con una induttanza L. Sia come precedentemente $\rho_o = \sqrt{\frac{L}{C}}$, $\omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ e $x = \frac{\omega}{\omega_o} - \frac{\omega_o}{\omega}$. Le due branchie essendo in parallelo la impedenza complessiva sarà $Z = \frac{Z_C\, Z_L}{Z_C + Z_L} = \frac{(R_L + j\,\omega\, L)\left(R_C + \frac{1}{j\,\omega\, C}\right)}{R_C + R_L + j\,\omega\, L + \frac{1}{j\,\omega\, C}}$ che si può ridurre, sviluppando i calcoli, alla forma

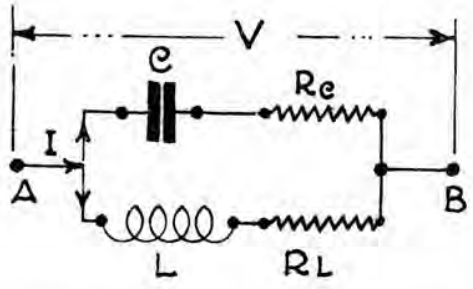


Figura 2.

$$Z = \frac{(R_L + R_C)\, R_L R_C + \rho_o^2 \left(R_L \frac{\omega_o^2}{\omega^2} + R_C \frac{\omega^2}{\omega_o^2} \right)}{(R_L + R_C)^2 + \rho_o^2 x^2} -$$

$$- j \frac{\rho_o^3 x + \rho_o \left(R^2_L \frac{\omega_o}{\omega} - R^2_C \frac{\omega}{\omega_o} \right)}{(R_L + R_C)^2 + \rho_o^2 x^2}$$

Nel caso della risonanza $\omega = \omega_o$; $x = o$; e la Z si riduce a

$$Z_r = \frac{R_L R_C}{R_L + R_C} + \frac{\rho_o^2}{R_L + R_C} - j \rho_o \frac{R_L - R_C}{R_L + R_C}$$

Normalmente le resistenze ohmiche R_L e R_C sono di gran lunga minori della ρ_o cosicchè il 2° termine essendo molto preponderante sui rimanenti, posto $R_L + R_C = R$, si ottiene la nota impedenza di risonanza

$$Z_r = \frac{\rho_o^2}{R_L + R_C} = \frac{L}{R\,C}$$

Nel caso della dissonanza la formola generale si mantiene piuttosto complicata. Se però si considerano solo i casi pratici, nei quali le resistenze ohmiche R_L e R_C sono molto minori della resistenza apparente $\rho_o = \sqrt{\frac{L}{C}}$

posto $$r = R_L \frac{\omega_o^2}{\omega^2} + R_C \frac{\omega^2}{\omega_o^2}$$

si può scrivere la impedenza

$$Z \backsim \frac{\rho_o^2\, r - j\, \rho_o^3 \cdot x}{R^2 + \rho_o^2 x^2}$$

che per dissonanze non eccessivamente piccole si può ancora semplificare in $Z \backsim - j \frac{\rho_o}{x}$.

Il rapporto tra la corrente corrispondente alla dissonanza x la corrente di risonanza, a pari ampiezza della f. e. m., è quindi, in valore assoluto

$$\frac{I}{I_o} = \frac{\frac{\rho_o^2}{R} (R^2 + \rho_o^2 x^2)}{\sqrt{\rho_o^4 r^2 + \rho_o^6 x^2}} = \frac{1 + \left(\frac{\rho_o}{R} \right)^2 x^2}{\sqrt{\left(\frac{r}{R} \right)^2 + \left(\frac{\rho_o}{R} \right)^2 x^2}}$$

Intorno alla risonanza la r non differisce molto dalla R e si ha in questo caso

$$\frac{I}{I_o} = \sqrt{1 + \left(\frac{\rho}{R} x \right)^2} = \sqrt{1 + \sigma^2 x^2}$$

che è il reciproco del valore trovato per il circuito risonante. Anche in questo circuito la selettività dipende essenzialmente dal rapporto $\frac{\pi}{\delta} = \sigma$ che potrà quindi essere preso come indice della selettività stessa.

Il circuito antirisonante presenta la massima impedenza per la frequenza di risonanza: Esso cioè, contrariamente al circuito risonante, attenua l'effetto della f. e. m. aventi precisamente la frequenza uguale a quella propria del circuito.

A misura che ci si allontana dalla frequenza di risonanza la impedenza complessiva diminuisce. Se la frequenza della f. e. m. è molto maggiore di quella del circuito $\left(\frac{\omega}{\omega_o} \gg 1\right)$ si ha $x \simeq \frac{\omega}{\omega_o}$ cosicchè ricordando che $\rho_o\, \omega_o = \frac{1}{C}$, la impedenza Z diventa approssimativamente

$$Z = R_C + \frac{1}{j\,\omega\,C} \quad (\text{per } \omega \gg \omega_o)$$

come se il circuito si riducesse il solo ramo contenente la capacità.

Nel caso che sia invece $\omega \ll \omega_o$ la x si riduce a $x = -\frac{\omega_o}{\omega}$ e ricordando che $\frac{\rho_o}{\omega_o} = L$ la Z diventa

$$Z = R_L + j\,\omega\,L \quad (\text{per } \omega \ll \omega_o)$$

come se il circuito comprendesse il solo ramo contenente l'induttanza.

Esempio numerico.

Prendiamo gli stessi dati considerati nel caso del circuito risonante

$$L = 285 \cdot 10^{-6}\,H. \qquad C = 200 \cdot 10^{-12}\,F.$$

$R = 12$ ohm e poniamo $R_L = 10$ ohm $R_C = 2$ ohm.

La impedenza di risonanza

$$Z = \frac{L}{RC} = \frac{285 \cdot 10^{-6}}{200 \cdot 10^{-12} \cdot 12} = 118.500 \text{ ohm}$$

La selettività sarà ancora come nel caso precedente misurata dalla sovratensione $\frac{\pi}{\delta} = 100$.

Per una dissonanza $x = \pm 0{,}10$ sarà

$$I = I_r \sqrt{1 + (100 \cdot 0{,}10)^2} = 10\, I_o$$

Per avere $x = \pm 0{,}10$ deve essere $\frac{\omega}{\omega_o} = 1{,}05$ oppure $\frac{\omega}{\omega_o} = 0{,}95$.

Nei due casi si ha

a) $\quad \frac{\omega}{\omega_o} = 1{,}05 \qquad x = +0{,}10 \qquad r = R_L \left(\frac{\omega_o}{\omega}\right)^2 + R_C \left(\frac{\omega}{\omega_o}\right)^2 =$

$$= 10 \cdot 0{,}90 + 2 \cdot 1{,}10 = 11{,}20 \text{ ohm}$$

$$Z = \frac{\rho_o^2\, r - j\,\rho_o^3 \cdot x}{R^2 + \rho_o^2\, x^2} = \frac{(1200)^2 \cdot 11{,}20}{(12)^2 + (1200 \cdot 0{,}10)^2} - j\,\frac{(1200)^3 \cdot 0{,}10}{(12)^2 + (1200 \cdot 0{,}10)^2} =$$

$$= 1120 - 12000\, j \text{ ohm}$$

Il circuito si comporta come una capacità; la impedenza complessiva si è ridotta a $\frac{1}{10}$ di quella della risonanza, ed è quasi completamente rappresentata dalla componente capacitativa.

b) Per $\frac{\omega}{\omega_0} = 0{,}95 \qquad x = -0{,}10 \qquad r = 10 \cdot (1{,}10) + 2 \cdot 0{,}90 = 12{,}8$ ohm

$$Z = 1280 + 12000\, j.$$

Il circuito si comporta come una induttanza, ed ha una impedenza quasi esclusivamente induttiva pure uguale ad 1/10 circa di quella di risonanza.

Risulta da questi esempi che gli stessi elementi, eccitati dalla stessa frequenza di risonanza, offrono un impedenza di 12 ohm quando sono disposti in circuito risonante e di circa 120.000 ohm quando disposti in circuito antirisonante.

Col 5 % in più o in meno di scarto dalla risonanza ($x = \pm 0{,}10$) la impedenza viene ridotta ad 1/10 nel circuito antirisonante e moltiplicata per 10 nel circuito risonante. I due circuiti si comportano in modo opposto circa il segno della impedenza per una stessa dissonanza.

Per $\frac{\omega}{\omega_0} = \frac{1}{2}\ (1{,}5 \div 1) = \begin{matrix} 1{,}6175 \\ 0{,}1675 \end{matrix}$ essendo $x = \pm 1$ i due circuiti offrono approssimatamente impedenze uguali ma di segno contrario: ciò risulta dalle relazioni approssimate $Z \sim j\, \varrho_0\, x$ pel circuito risonante e $Z \sim -j\, \frac{\varrho_0}{x}$ pel circuito antirisonante, che valgono per $R \ll \varrho_0$ e $x \gtrless 0$.

Accoppiando opportunamente successivi circuiti risonanti o antirisonanti la selettività aumenta e può raggiungere valori molto elevati. Una trattazione completa di questo argomento esorbita però dallo scopo di queste note.

APPENDICE N. 2.

Sulle interferenze radiofoniche.

Le selettività dei circuiti, specialmente se si dispone di vari stadi sintonizzati, è in generale sufficente ad eliminare le interferenze radiofoniche quando non provengano da stazioni locali molto potenti e vicine, e quando esista una differenza di almeno 10 kc. tra l'onda portante della stazione da ricevere e quella intrusa. Quando invece la differenza di frequenza sia inferiore ai 10 kc. vi è possibilità di interferenza anche se la stazione intrusa sia lontana o non molto potente, e ciò per effetto della eterodinazione tra le frequenze estreme delle rispettive bande.

Per analizzare il fenomeno si supponga che le due emissioni in gioco giungano alla valvola rivelatrice con f. e. m. di ampiezza rispettiva A quella

da ricevere, e B quella interferente. Siano m e n le corrispondenti percentuali di modulazione: le due emissioni saranno quindi caratterizzate de termini come i seguenti:

$$a = A\,(1 + m \cos p\,t) \cos \alpha\,t$$

$$b = B\,(1 + n \cos q\,t) \cos \beta\,t.$$

Entrambe saranno quindi sottoposte al processo di rivelazione, che analiticamente equivale ad una trasformazione diversa secondo il tipo di rivelatore, ma che si può rappresentare in generale con una serie di potenze crescenti delle f. e. m. agente.

Di questa serie i soli termini che interessano sono quelli di ordine pari perchè non cambiano di segno col cambiare di segno delle f. e. m. agenti e danno quindi il fenomeno rettificatore. Il 2° termine della serie è, fra essi, il più importante poichè si è constatato che l'ampiezza dei termini decresce in generale con l'ordine del termine stesso.

Limitandoci dunque al 2° termine, possiamo osservare che le due f. e. m. si possono scrivere

$$a = A \operatorname{sen} \alpha\,t + \frac{1}{2}\,m\,A \operatorname{sen} (\alpha + p)\,t + \frac{1}{2}\,m\,A \operatorname{sen} (\alpha - p)\,t$$

$$b = B \operatorname{sen} \beta\,t + \frac{1}{2}\,n\,B \operatorname{sen} (\beta + q)\,t + \frac{1}{2}\,n\,B \operatorname{sen} (\beta - q)\,t$$

e che il secondo termine della serie avrà la forma $K_2 (a + b)^2$.

Si dovrà quindi sviluppare il quadrato, sostituendo i quadrati delle funzioni trigonometriche e i prodotti di due di esse con le equivalenti somme di funzioni del primo grado, secondo le note formole:

$$\cos^2 x = \frac{1}{2}\,(1 + \cos 2\,x) \qquad \operatorname{sen}^2 x = \frac{1}{2}\,(1 - \cos 2\,x)$$

$$\cos x \cos y = \frac{1}{2}\,\left|\cos (x - y) - \cos (x + y)\right|, \text{ ecc.}$$

In tal modo l'effetto della rettificazione sarà rappresentato da una somma di funzioni armoniche di pulsazioni diverse, quali risultano da tutte le somme e da tutte le differenze possibili combinando a due a due le sei pulsazioni componenti. E poichè il circuito di placca del rettificatore ed i successivi stadi di bassa frequenza funzionano da filtri per tutte le frequenze non comprese nelle tonalità acustiche, così i soli termini interessanti, dei 33 compresi nello sviluppo, saranno quelli di frequenza acustica, e cioè in ogni caso quelli aventi le pulsazioni acustiche modulatrici p, q, nonchè le pulsazioni doppie $2p$ e $2q$, che funzionano come perturbatrici o distorcenti.

Nel caso poi che la differenza $\frac{\alpha - \beta}{2\pi}$ sia minore di 20 kc. ma maggiore di 10 kc. e che $\frac{p}{2\pi}$ e $\frac{q}{2\pi}$ non superino 5 kc., diventa pure di ordine acustico la pulsazione $(\alpha - \beta - p - q)$.

Se infine la differenza $\frac{\alpha - \beta}{2\pi}$ è minore di 10 kc. allora possono diventare acustiche anche le pulsazioni $(\alpha - \beta)$, $(\alpha - \beta - p)$, $(\alpha - \beta - q)$, $(\alpha - \beta + p)$, $(\alpha - \beta + q)$, $(\alpha - \beta - p + q)$, $(\alpha - \beta + p - q)$, $(\alpha - \beta + p + q)$.

Lo sviluppo completo della espressione della corrente rettificata I_r di cui trattasi diventa in tale caso

$$\frac{I_r}{K_2} = 2\,m\,A^2 \cos pt + 2\,n\,B^2 \cos qt + \frac{m^2}{2} A^2 \cos 2\,pt + \frac{n^2}{2} B^2 \cos 2\,qt +$$

$$+ \frac{m\,n\,A\,B}{2} \cos(\alpha - \beta - p - q)\,t + 2\,A\,B \cos(\alpha - \beta)\,t + m\,A\,B \cos(\alpha - \beta + p)\,t +$$

$$+ m\,A\,B\,(\alpha - \beta - p)\,t + n\,A\,B \cos(\alpha - \beta + q)\,t + n\,A\,B \cos(\alpha - \beta - q)\,t +$$

$$+ \frac{m\,n}{2} A\,B \cos(\alpha - \beta + p - q)\,t + \frac{m\,n}{2} A\,B \cos(\alpha - \beta - p + q)\,t +$$

$$+ \frac{m\,n}{2} A\,B \cos(\alpha - \beta + p + q)\,t.$$

Risulta da quanto sopra che le frequenze acustiche delle due emissioni sono rivelate proporzionalmente alla rispettiva percentuale di modulazione ed al quadrato della ampiezza della rispettiva onda portante.

I termini distorcenti di pulsazione $2p$ e $2q$ sono in rapporto costante (uguale ad un quarto della rispettiva percentuale di modulazione), con i termini utili di pulsazione p e q. I termini successivi di pulsazione $(\alpha - \beta \pm p \pm q)$ sono quelli che producono i fischi di eterodinazione e la confusione dei segnali. Essi sono proporzionali alle percentuali di modulazione.

In particolare il termine $\frac{m\,n\,A\,B}{2} \cos(\alpha - \beta - p - q)\,t$, che può avere una frequenza acustica anche quando $\frac{\alpha}{2\pi}$ e $\frac{\beta}{2\pi}$ differiscono di più 10 kc., è il più importante. La sua ampiezza stà a quella del segnale da ricevere $2\,m\,A^2$ nel rapporto $\frac{1}{4} \cdot \frac{n\,B}{m\,A}$ tanto maggiore quanto più alta è l'ampiezza e la percentuale di modulazione dell'onda disturbante.

Una alta precentuale di modulazione è quindi nociva, sotto il punto di vista della riduzione delle interferenze.

La espressione del fattore K_2 nel caso della rettificazione anodica è (1)

$$K_2 = -\frac{\mu^2 R_p R'_p}{4(R + R_p)^3}$$

essendo μ il fattore di amplificazione della valvola rettificatrice; R_p la resistenza di placca; R'_p la derivata $\left(\frac{\delta R_p}{\delta V_p}\right)_{V_p = V_{po}}$; V_p la tensione anodica, ed R la impedenza esterna, supposta puramente ohmica, del circuito anodico.

---

(1) Carson. - Proceedings of the Institute of R. E. aprile 1919. - A teoretical study etc.

APPENDICE N. 3.

Sui disturbi impulsivi.

I disturbi atmosferici e molti disturbi elettrici locali hanno in comune il carattere generalmente aperiodico e impulsivo della f. e. m. che li costituisce. Questa f. e. m. può d'altronde assumere le forme più svariate; impossibile sarebbe perciò una trattazione di tutti i casi particolari che possono presentarsi in pratica.

Si può tuttavia tentare di formarsi un'idea approssimativa del fenomeno esaminando il caso più semplice di una eccitazione impulsiva elementare costituita dal brusco sorgere di una f. e. m. dal nulla ad un valore determinato E, che rimane poi costante per un tempo sufficentemente lungo. Questo caso è d'altronde quello che fornisce una delle vie più comode per l'analisi dei casi più complicati, inquantochè la intensità della corrente prodotta da un impulso di f.e.m. di quel tipo e di ampiezza unità, considerata come una funzione del tempo a partire dall'istante in cui sorge la f.e.m., fornisce la cosidetta ammittanza indiziale del circuito considerato (impiegata nel calcolo operazionale) dalla quale è possibile, almeno formalmente, dedurre la espressione della corrente prodotta, nel circuito considerato, da una f. e. m. di forma qualsivoglia (1).

La corrente prodotta da una f. e. m. impulsiva di ampiezza E su un circuito risonante si può ottenere risolvendo la nota equazione differenziale

$$L\frac{di}{dt} + Ri + v = E$$

$$C\frac{dv}{dt} = i$$

con le condizioni $i = o$ e $v = o$ per $t = o$. La soluzione è data dalle espressioni

$$i = \frac{E}{\omega_o L} e^{-\alpha t} \operatorname{sen} \omega_o t \quad ; \quad v = E(1 - e^{-\alpha t} \cos \omega_o t)$$

con $$\omega_o = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} \qquad \text{e} \qquad \alpha = \frac{R}{2L}$$

Se la f. e. m. ha una durata T, dopo la quale essa sparisce bruscamente, e se si contano i tempi a partire dall'istante della sparizione, ponendo cioè $t_1 = t - T$ la i diventa

$$i = \frac{E}{\omega_o L} e^{-\alpha t_1} \left[e^{-\alpha T} \operatorname{sen} \omega_o (t_1 + T) - \operatorname{sen} \omega_o t_1 \right]$$

---

(1) Carson - Operational calculus and circuit theory. — The Bell System Technical Journal Ottobre 1925.

Se ora indichiamo con T_o il periodo proprio del circuito abbiamo $\alpha = \frac{\delta}{T_o}$ e quindi $e^{-\alpha T} = e^{-\delta \frac{T}{T_o}}$.

E se supponiamo che sia $T > \frac{T_o}{\delta}$ cioé $\delta \frac{T}{T_o} > 1$ il primo termine tra parentesi svanisce e la i si riduce a $i \simeq -\frac{E}{\omega_o L} e^{-\alpha t_1} \operatorname{sen} \omega_o t_1$.

Se dunque la durata dell'impulso è molto maggiore del periodo proprio del circuito, la sparizione dell'impulso equivale, agli effetti della corrente generata, al sorgere di un impulso uguale e di segno contrario. Si ha dunque in tale caso un gruppo di oscillazioni smorzate sia al sorgere che allo sparire dell'impulso.

Per quanto riguarda l'ampiezza della corrente generata la espressione della i mostra che la massima corrente si ha al tempo

$$\omega_o t = \frac{\pi}{2} \quad \text{cioè } t = \frac{T_o}{4} \quad \text{ed è } I = \frac{E}{\omega_o L} e^{-\frac{\delta}{4}}$$

e se, come di solito avviene, il decremento è un numero molto minore dell'unità, si ha sensibilmente $e^{-\delta/4} \simeq 1$ e $\omega_o = \frac{1}{\sqrt{L C}}$, cosicchè la massima corrente é approssimativamente

$$I_o = \frac{E}{\sqrt{\frac{L}{C}}} = \frac{E}{\rho_o}$$

È noto d'altra parte che la corrente prodotta nel circuito da una f. e. m. armonica in risonanza col circuito stesso

$$e = E \operatorname{sen} \omega_o t$$

è data da

$$i = \frac{E}{R} \operatorname{sen} \omega_o t$$

A pari ampiezza della f. e. m. l'effetto dell'impulso elementare E stà quindi all'effetto della f. e. m. armonica E nel rapporto

$$\frac{E \rho_o}{E/R} = \frac{R}{\rho_o} \simeq \frac{\delta}{\pi}$$

Quanto più alto è il decremento del circuito e tanto maggiore sarà l'effetto dell'impulso elementare.

Per effetto della f. e. m. E costante applicata, per il tempo T abbastanza lungo, al circuito, il condensatore del circuito finirà per caricarsi alla d.d.p. E. La energia assorbita dal circuito alla f. e. m. impulsiva E, in tale caso è $W_i = \int_0^\infty E\, i\, d\, t = C E^2$ di cui $\frac{1}{2} C E^2$ immagazzinata nel condensatore

e $\frac{1}{2}\ C E^2$ consumata per effetto Joule. La energia assorbita alla f. e. m. armonica E sen $\omega_o\ T$ nel tempo T è invece

$$W_a = \int_0^T e\, i\, dt = \frac{1}{2} \cdot \frac{E^2\ T}{R} - \frac{E^2\ T_o}{8\ \pi\ R} \text{ sen } 2\ \omega_o\ T$$

che per $T \gg T_o$ diventa $W_a \backsim \frac{1}{2}\ \frac{E^2\ T}{R}$.

Il rapporto $\frac{W_i}{W_a}$ diventa quindi $\frac{W_i}{W_a} = \frac{2\ C\ R}{T} \backsim \frac{\delta}{2\ \pi^2} \cdot \frac{T_o}{T}$

A parità di altre circostanze anche il rapporto tra le energie fornite al circuito rispettivamente dalle f. e. m. impulsiva e armonica, è proporzionale al decremento del circuito.

L'impulso elementare confrontato alla f. e. m. armonica, riesce dunque tanto più dannoso quanto più alto è il decremento del circuito eccitato.

Esempio numerico.

Allo scopo di renderci un conto approssimativo della entità delle quantità in gioco evitando ogni complicazione di calcoli, esamineremo un caso molto semplice, al quale potranno più o meno avvicinarsi alcuni casi pratici di disturbi elettrici locali.

Sia dunque un circuito rettilineo unifilare percorso dalla corrente continua (od alternata di bassa frequenza) di un ampère, e suppongasi che per una ragione accidentale qualsiasi tale circuito sia interrotto e chiuso alternativamente e rapidamente ad intervalli ad es. di $\frac{1}{1000}$ di secondo. Suppongasi ancora che a un metro dal filo percorso dalla corrente, trovisi, col suo piano passante per il filo, un telaio r. t. accordato sull'onda di Roma (670 kc.). Suppongasi che il prodotto area x spire del telaio sia di 5 m² (20 spire di m. 0,50 × 0,50). Vogliasi calcolare l'effetto della interruzione periodica della corrente sulla ricezione R. T.

Il campo magnetico intorno al filo (supposto praticamente indefinito) è per la legge di Biot-Savart

$$H = \frac{2 \cdot \frac{1}{10}\ \text{amp.}}{100\ \text{cm.}} = 2 \cdot 10^{-3}\ \text{gauss.}$$

Il flusso abbracciato dal telaio è $\varphi = 5 \cdot 10^4{}_{\text{cm}^2}\ 2 \cdot 10^{-3}$ gauss $= 100$ maxwell. Al cessare della corrente il flusso decresce con essa, e ammettendo che la diminuzione sia lineare e duri $\frac{1}{1000}$ di secondo, la f. e. m. media indotta nel telaio sarà

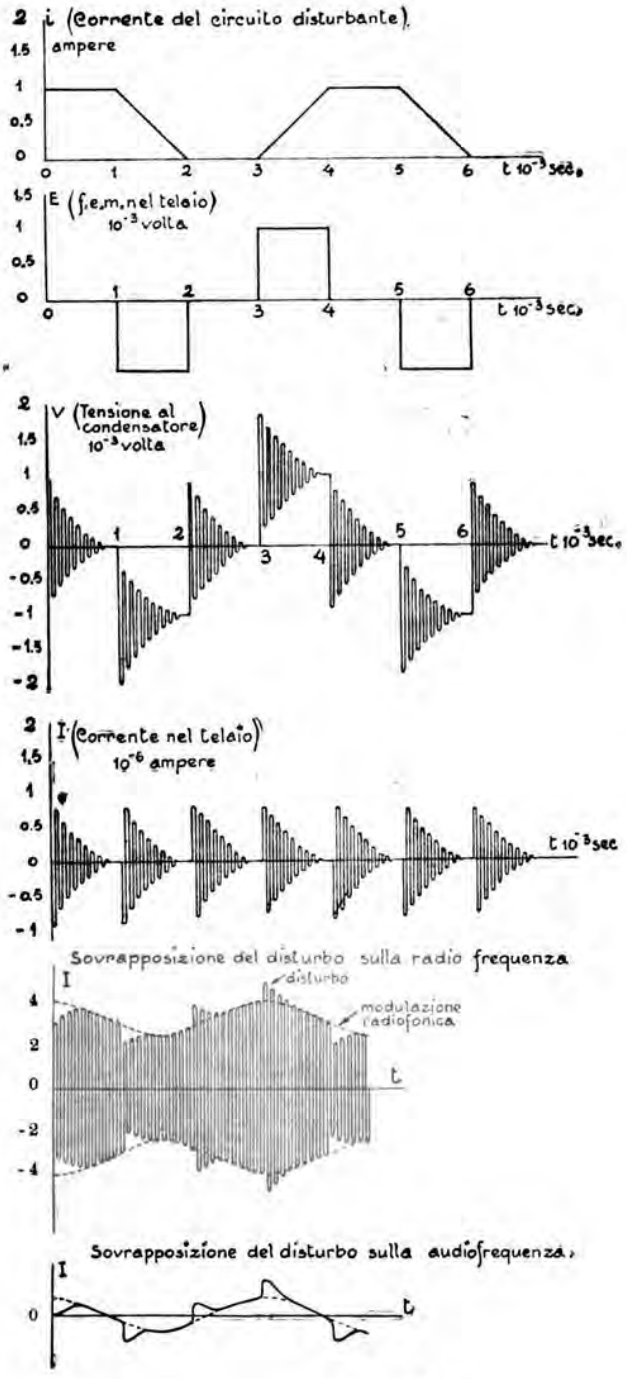


Figura 3.

Rappresentazione schematica di un disturbo impulsivo.

$$e = -\frac{d\varphi}{dt} \cdot = \frac{100}{\frac{1}{1000}} \cdot 10^{-8} = 10^{-3} \text{ volta.}$$

Nel caso reale la variazione non sarà esattamente lineare è la f. e. m. istantanea avrà una forma più o meno arrotondata, di valore medio 10^{-3} volta. Assumeremo per semplicità questo valore medio come valore costante per tutto l'intervallo di variazione. Cessata la corrente si avrà un intervallo, supposto pure di $\frac{1}{1000}$ di secondo, di f. e. m. nulla. Se la corrente successivamente si ristabilisce si avrà una f. e. m. uguale è contraria alla precedente per tutto il tempo della variazione e poscia una f. e. m. nulla per tutto il tempo di corrente costante; e così via. La forma teorica della corrente e della f. e. m. indotta saranno quindi quelle della figura 3.

Si hanno così nel telaio degli impulsi di f. e. m. di durata $\frac{1}{1000}$ di secondo e che comprendono quindi ciascuno 670 periodi della emissione radiofonica da ricevere (Roma). Si può quindi, applicando le formole della teoria precedente, ottenere il valore numerico del massimo della corrente oscillante smorzata, di frequenza 670 kc. prodotta. Se supponiamo ad es. che sia $L = 285 \cdot 10^{-6} H$ e $C = 200 \cdot 10^{-12} F$ sarà $\sqrt{\frac{L}{C}} = 1200$ ohm e la corrente max.

$$I = \frac{10^{-3}}{1200} = 0{,}83 \cdot 10^{-6} \text{ ampère.}$$

La tensione alternata max agli estremi del condensatore sarà, per $\omega_o t = \pi$, $\nu \backsim E = \frac{1}{1000}$ volta e andrà gradualmente smorzandosi secondo l'esponenziale $e^{-\delta \frac{t}{T_o}}$.

Alla fine di un impulso, il tempo trascorso T sarà $= 670\ T_o$ e se supponiamo che sia $R = 12$ ohm la resistenza del circuito per l'alta frequenza, seguirà $\delta = \pi R \sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{3{,}14}{100}$ e quindi $\frac{\delta T}{T_o} = 3 \cdot 14 \cdot 6{,}70 = 21$. Il termine e^{-21} essendo perfettamente trascurabile, potremo dire che ogni successivo impulso agirà quando è già completamente cessato l'effetto del precedente.

Per paragonare l'effetto del disturbo così provocato con la emissione da ricevere, possiamo calcolare l'altezza dell'antenna equivalente al telaio con la nota formola $h = \frac{2\pi N \cdot A}{\lambda} = \frac{2\pi \cdot 5 \cdot m^2}{447 \text{ m.}}$ si ottiene così $h = 0{,}07$ m. Affinchè si abbia nel telaio una f. e. m. di 10^{-3} volta, uguale a quella provocata dal disturbo, il campo elettrico della emissione radiofonica deve perciò essere

$$F = \frac{10^{-3}}{0{,}07} = 14 \text{ millivolta per metro.}$$

Un tale campo è da considerare molto forte e può essere prodotto soltanto da una stazione locale (ad es. da 3 kW.-antenna distante circa $10 \div 15$ km.).

Gli effetti delle due f. e. m. sul circuito sono però notevolmente diversi tra loro, poichè l'impulso di 10^{-3} volta produce una tensione max. di 1 millivolta al condensatore del circuito, mentre che il campo F armonico di 14 millivolta per metro, pur producendo sul telaio una f. e. m. agente di ampiezza 10^{-3} volta, uguale a quella prodotta dell'impulso elementare aperiodico, per effetto della risonanza determina al condensatore una tensione massima di

$$V = \frac{I}{\omega C} = \frac{E}{R \omega C} = E \cdot \frac{\pi}{\delta} = \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\pi \cdot}{\frac{3{,}14}{100}} = 100 \text{ millivolta}$$

cioè 100 volte maggiore di quella prodotta dall'impulso. Analogamente la corrente armonica sarà $I_a = \frac{E}{R} = \frac{10^{-3}}{12} = 0{,}083$ milliampere, cioè 100 volte maggiore di quella impulsiva.

Affinchè il disturbo sia paragonabile come intensità acustica alla ricezione, occorrerebbe che la sua ampiezza fosse all'incirca il $20 \div 40\,\%$ di quella dell'onda portante, come avviene per le correnti modulanti delle ordinarie emissioni radiofoniche. Nel caso considerato se la f. e. m. del disturbo fosse dell'ordine di 30 millivolta anzichè di 1 millivolta, la massima tensione alternata al condensatore che ne risulterebbe sarebbe pure di 30 millivolta e cioè precisamente il $30\,\%$ dell'onda portante (di 100 millivolta). La sua sovrapposizione sarebbe equivalente ad una modulazione radiofonica del $30\,\%$ ed il disturbo riuscirebbe così di forza uguale a quella della ricezione.

È tuttavia probabile che anche ridotto al valore ammesso in principio di 1 millivolta il suo effetto sarebbe già sensibile anche alla emissione locale considerata.

Per disturbare sensibilmente una normale emissione lontana, producente un campo dell'ordine di 100 microvolta per metro, sarebbe sufficente un circuito disturbatore che agisse, nel modo semplice supposto, a 20 metri dal telaio ricevente. Infatti in tale caso la tensione massima al condensatore del telaio prodotta dall'onda portante della emissione radiofonica sarebbe di 0,7 millivolta con una massima variazione in più o in meno, (dovuta ad una percentuale del $35\,\%$ di modulazione radiofonica), di circa 0,24 millivolta.

La massima tensione alternata disturbatrice, sarebbe 0,05 millivolta, cioè uguale ad $\frac{1}{5}$ della massima variazione radiofonica, e non potrebbe quindi passare inavvertita.

BIBLIOTECA N.2

Direttore responsabile: Prof. G. VANNI.

Anno VII° - N. 6. Novembre - Dicembre 1928-A. VII. (N. 23 della Raccolta)

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO

DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

SOMMARIO:

Col. LUIGI SACCO. - Notizie sulla trasmissione delle immagini (Teleidografia) in Germania.

Norme della A. E. I. nell'impiego dei simboli e delle notazioni (Tassative per le Amministrazioni Statali).

Dalle Riviste: Misura delle correnti ad alta frequenza con metodo fotometrico.

ABBONAMENTO.

ANNUO (6 numeri). . . . L. 12
UN NUMERO SEPARATO . . L. 3

Inviare l'importo a mezzo vaglia alla DIREZIONE DELL'ISTITUTO R. T. ED E. DEL GENIO MILITARE, Viale Mazzini 8. ROMA (149)

Roma, Tipo-Lit. Off. R.T. ed E. del Genio Mil.
N. 1 - 28-1-1929-VII. (c. 350)

Anno VII - N. 6. (N 23 della Raccolta) Novembre - Dicembre 1928 - Anno VII.

ISPETTORATO DELL'ARMA DEL GENIO
DIREZIONE SUPERIORE DEGLI SPECIALISTI DEL GENIO

Bollettino Radiotelegrafico del R. Esercito

Diretto dal Prof. G. VANNI

Notizie sulla trasmissione delle immagini (Teleidografia)

IN GERMANIA (1)

BIBLIOTECA N.97 ROMA

1. - Col 1° del Dicembre 1927 è stato inaugurato il servizio pubblico di trasmissione delle immagini sul cavo telefonico Berlino-Vienna e viceversa, a mezzo del sistema Karolus-Telefunken-Siemens. Questo servizio non è stato il primo che si è aperto al pubblico, perchè già dal 1925 era in funzione un servizio analogo in America col sistema della « American Telegraph and Telephon Company », mentre che in Francia era in servizio la linea Parigi-Strasburgo con sistema « Belin » ed era pure in servizio per radio la trasmissione delle immagini Londra-New York col sistema « Ranger » della Radio Corporation of America. Varie applicazioni per scopi particolari erano state pure già attuate col sistema Korn.

Tuttavia l'apertura del nuovo servizio tra Berlino e Vienna costituisce un avvenimento importante, perchè conferma una volta di più che la teleidografia ha oramai superato la fase sperimentale e può quindi considerarsi un fatto compiuto, un nuovo mezzo di

(1) Le notizie qui contenute mi sono state comunicate specialmente dal Dott. Schroeter, capo del reparto teleidografico della Telefunken e dal Prof. Korn, inventore del noto sistema, cui rivolgo qui i miei vivi ringraziamenti. Molte notizie ho pure tratte da articoli pubblicati nella « Telefunken Zeitung » (N. 43÷47) dal Dott. Schroeter suddetto, dal Dott. Schriever e dal Dott. Ilberg. Queste notizie sono state in vari punti completate con considerazioni mie personali.

comunicazione che promette di prendere un posto notevolissimo tra i mezzi elettrici di trasmissione del pensiero umano.

Sulle particolarità dei vari sistemi non tutte le notizie pubblicate sono esattamente corrispondenti alla realtà, cosicchè non mi sembra inutile riassumerle qui di seguito e nelle note allegate.

Sistema Telefunken Karolus-Siemens.

2. - Le caratteristiche essenziali del sistema Karolus - Telefunken - Siemens sono:

alla trasmissione: *a*) - la cellula fotoelettrica speciale a riflessione; *b*) - la modulazione ottica degli impulsi della corrente trasmessa; *c)* - il sincronismo locale, indipendente dalla corrente di trasmissione;

alla ricezione: *d)* - l'applicazione del fenomeno Kerr per la riproduzione fotografica della immagine.

Come in tutti i sistemi teleidografici anche il Karolus-Telefunken-Siemens dispone la immagine su un tamburo cilindrico che ruota spostandosi lungo il proprio asso, in modo da presentare successivamente tutti i suoi punti al mezzo esplorante, che nel sistema Karolus-Telefunken-Siemens è un fascio luminoso puntiforme associato ad una cellula fotoelettrica al potassio.

La cellula fotoelettrica al potassio, del tipo anulare a riflessione (fig. 1) è stata descritta in molte riviste e pubblicazioni, nonchè nell'articolo dell'allora Magg. CELLONI sul N. 4, Anno VI pag. 10 di questo « Bollettino ». Essendo ridotta a forma anulare, essa si dispone vicina e di fronte alla immagine (fig. 2) in modo che nel centro dell'anello abbia passaggio il raggio di luce destinato ad illuminare il punto dell'immagine esplorata. La luce riflessa da tale punto, variabile secondo la chiarezza del punto stesso, viene ricevuta dalla superficie interna anulare della cellula, la quale per la nota proprietà del preparato al potassio, emette in conseguenza un numero di elettroni proporzionale alla luce ricevuta e quindi alla chiarezza del punto esplorato. Se il punto è nero la luce riflessa e gli elettroni emessi sono minimi; se il punto è bianco, molto maggiore sarà la luce riflessa dal punto e quindi più numerosi gli elettroni emessi dalla cellula.

3 - I mezzi usati negli altri sistemi teleidografici differiscono notevolmente da questo, poichè il Belin in Francia trasforma la immagine in modo da ottenere un deposito di spessore proporzionale alla densità di tinta della immagine stessa, cosicchè gli spazi bianchi rimangono intatti, mentre che i tratti oscuri risultano più o meno in rilievo secondo la densità del nero: disposta la immagine così preparata sul tamburo che ruota, una punta che appoggia sulla immagine e che è connessa alla membrana di un microfono viene



FIGURA 1.

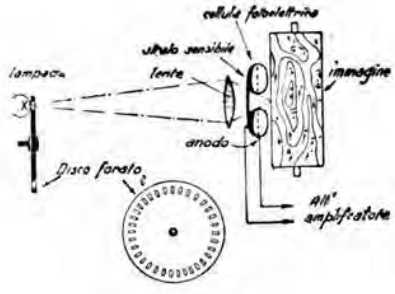


FIGURA 2.

quindi sollevata più o meno dal deposito della immagine e produce così delle compressioni più o meno marcate sul microfono, il quale viene quindi percorso da correnti di varia intensità secondo la successione dei chiari e degli scuri della immagine. L'operazione è analoga a quella prodotta nei comuni microfoni per effetto delle compressioni e rarefazioni dovute alle onde sonore della voce (1).

Nel sistema dell'American Telegraph and Telephon Co. ed in uno dei sistemi Korn, l'immagine trasportata su una pellicola traspa-

(1) Nei più recenti modelli anche il Belin usa la esplorazione con la cellula fotoelettrica.

rente è avvolta su un tamburo di vetro. Sull'asse del tamburo trovasi la cellula fotoelettrica (o un prisma che riflette la luce su una cellula f. e.) e di fronte ad essa, ma all'esterno del tamburo, è una sorgento luminosa che concentra la luce su un punto della pellicola. Girando e spostandosi il tamburo, il punto colpito si sposta sulla immagine descrivendo un'elica che copre successivamente tutta l'immagine stessa. Secondo la trasparenza dei vari punti di questa, la cellula viene così colpita da una quantità maggiore o minore di luce ed emette un corrispondente numero maggiore o minore di elettroni.

Il sistema Fulton, che ha fatto un certo rumore per la radiodiffusione delle immagini, differisce essenzialmente dal sistema Korn perchè impiega alla ricezione un procedimento elettrochimico mediante una soluzione di ioduro di potassio e amido. Una puntina metallica appoggia su un rullo sul quale è avvolta una carta imbevuta di questa soluzione, il sistema puntina, carta imbevuta e rullo metallico fanno parte del circuito anodico dell'ultima valvola dell'amplificatore di ricezione. Le correnti teleidografiche ricevute, agiscono nel punto di contatto della puntina sulla carta elettrolitica, producendo, per elettrolisi dell' ioduro di potassio, una deposizione di potassio metallico sulla carta stessa. Si hanno così dei punti, più o meno scuri a seconda delle correnti ricevute, che ricostruiscono l'immagine trasmessa (1).

Attualmente anche la Compagnia Marconi ha concretato un proprio sistema teleidografico nel quale il sistema esplorante è pure a cellula fotoelettrica ma rotante intorno al tamburo che contiene

---

(1) Nell'Officina R.T. del G.M. si sono esperimentati vari sistemi di ricezione elettrolitica, tipo Fulton, ma si è constatato che le immagini ottenute si alterano rapidamente in poche ore, per effetto di reazioni chimiche secondarie; inoltre le linee risultano sfumate ai bordi, e l'effetto complessivo del documento ricevuto è di una precisione e nitidezza discutibile. Molte utili indicazioni relative al sistema Fulton e ad altri si possono ricavare dai numeri di Agosto, Settembre, Ottobre 1928 della giovane rivista « *Radiotecnica* », che tratta mensilmente interessanti problemi di attualità sulla trasmissione di immagini e sulla televisione.

l'immagine la quale sta ferma. Ciò permette di ricambiare la immagine da trasmettere senza arrestare la macchina.

4. - Per utilizzare la emissione elettronica della cellula si applica alla cellula stessa una batteria di pile con il polo positivo alla griglia metallica (anodo) disposta nell'interno della cellula davanti alla superficie attiva di potassio, il negativo essendo collegato allo strato attivo ora detto, che fa da catodo. Gli elettroni emessi sono così attratti dalla griglia e sotto l'azione elettromotrice della pila danno luogo ad un flusso elettronico che circola all'esterno e ritorna al metallo attivo per essere riemesso; e così di seguito finchè dura la eccitazione luminosa. Si ottiene così una corrente proporzionale al numero di elettroni emessi. Tale corrente è sempre però estremamente piccola, dell'ordine 10^{-7} Ampère, tanto che non sarebbe possibile utilizzarla se non venisse prima molto amplificata.

5. - Se si trattasse di trasmettere tale corrente su linee aeree relativamente corte, nessuna speciale difficoltà si incontrerebbe ad immettere direttamente sulla linea stessa la corrente così amplificata.

Nel caso invece della trasmissione su lunghe linee, o su cavi, o con la radio, non sarebbe più possibile trasmettere direttamente la corrente proveniente dalla cellula anche se molto amplificata, ma occorre, mediante questa, modulare una corrente alternata, di frequenza acustica o ultra acustica, se si tratta di trasmetterla per cavi, di frequenza radio se si tratta di trasmetterla per radio. La figura 3 mostra lo schema di modulazione radio per mezzo delle correnti teleidografiche amplificate, come viene impiegato dalla Telefunken.

La impossibilità di trasmettere direttamente le correnti provenienti dalla cellula fotoelettrica si deve al fatto che tali correnti, corrispondenti alla successione dei chiari e degli scuri della immagine, equivalgono ad un complesso di correnti alternate semplici, di frequenza variabile da zero fino ad un massimo dipendente dalla velocità di rotazione del tamburo e dalla dimensione del punto illuminato sulla immagine stessa.

Per velocità un poco notevoli si ottiene una gamma di frequenze

molto ampia che non può più, senza notevole deformazioni, essere trasmessa sui cavi telefonici.

Una gamma molto ampia di frequenza introduce inoltre notevoli difficoltà nella costruzione degli amplificatori della corrente fotoelettrica.

6. - Per ovviare a queste e ad altri inconvenienti il Karolus ha genialmente immaginato una modulazione ottica della corrente fotoelettrica, ottenuta mediante una ruota bucata (fig. 2) disposta tra la sorgente luminosa e la immagine, in modo che girando la ruota la immagine viene illuminata a sprazzi, e la cellula emette così una corrente pulsante, di ampiezza proporzionale alla chiarezza della

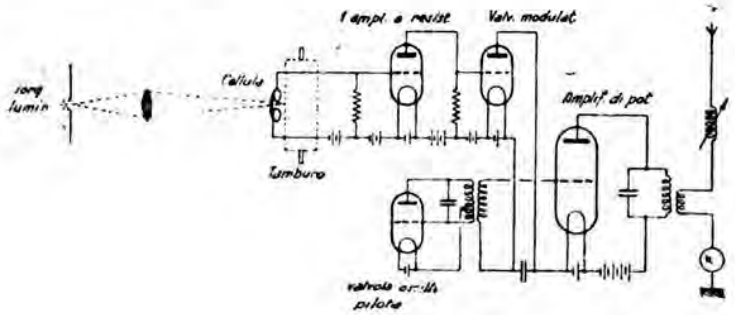


FIGURA 3.
Schema semplificato sulla trasmissione radioteleidografica.
(Sistema Telefunken-Karolus).

immagine e di frequenza determinata dalla velocità e dal numero di fori della ruota. Questo artificio presenta notevoli vantaggi specie per la trasmissione sui cavi e qualche inconveniente nella trasmissione per radio.

Sulla sua convenienza si rimanda alle note allegate N. 1 - 2 e 3, nelle quali sono più ampiamente trattate le questioni relative alla gamma delle frequenze teleidografiche ed alle sue conseguenze nella costituzione dei relativi complessi trasmittenti e riceventi.

7. - La ricezione è la parte più originale del sistema teleidografico Telefunken-Karolus. Essa ha in comune con gli altri sistemi il tamburo ricevente, sincrono con quello trasmittente, su cui è avvolta

una carta sensibile chiusa in una cassetta oscura e che viene successivamente colpita da un raggio luminoso modulato dalle correnti teleidografiche in arrivo.

Il Karolus sfrutta, com'è noto, il fenomeno elettro-ottico di Kerr, cioè la proprietà che alcuni liquidi trasparenti acquistano, di diventare birifrangenti quando sono immersi in un campo elettrico.

Il Karolus ha perciò costruito una apposita cellula (fig. 4) consistente essenzialmente in un piccolo vaso contenente il liquido attivo e due piccoli elettrodi tra i quali si forma il campo elettrico, di ampiezza corrispondente alla intensità delle correnti teleidografiche. Sfruttando questo fenomeno il Karolus riesce a far emettere dal sistema ottico ricevente una quantità di luce proporzionale precisamente alla intensità della suddetta corrente teleidografica. E poichè il tamburo ricevente ruota in sincronismo col tamburo trasmittente e presenta successivamente i suoi punti davanti al sistema ottico governato dalle correnti teleidografiche, così la carta sensibile sarà impressionata in proporzione della corrente teleidografica e perciò riprodurrà le successive tonalità di tinta dalla immagine originale nella stessa successione, e quindi nella posizione corrispondente sul tamburo. Darà così una copia fedele della immagine stessa.

Sulla natura e sui particolari di utilizzazione del fenomeno, che è alquanto complicato, si rimanda alla nota N. 5; basterà qui accennare che questo metodo differisce notevolmente dagli altri in uso, che in generale sfruttano i fenomeni elettromagnetici del galvanometro a corda (Korn e American Telegraph and Telephon Co) o dell'oscillografo Blondel (Belin). La quasi assoluta mancanza di inerzia del fenomeno Kerr lo rende certamente preferibile agli altri dal punto di vista teorico, quantunque si possa osservare che anche i metodi elettromagnetici sono sufficienti agli ordinari scopi teleidografici, nei quali le massime frequenze utilizzabili sono molto inferiori alle massime frequenze utilmente seguibili dai galvanometri (1).

---

(1) Per la televisione il limite di frequenza essendo molto più elevato la cellula di Kerr si presenta in condizioni di grande superiorità, probabilmente anche rispetto alle lampade a neon che pure sono applicabili a questo scopo.

8. - La necessità del sincronismo tra i due tamburi trasmittente e ricevente costituisce una delle più gravi difficoltà della trasmissione delle immagini, specialmente per radio. Esso si può ottenere in due modi diversi e cioè con il sincronismo cosidetto *locale* o con il *sincronismo trasmesso.*

Col secondo metodo le correnti di sincronismo possono essere o molto intervallate e destinate a liberare un arresto periodico del tamburo ricevente, come nel sistema Korn primitivo (sistema d'Arlincourt), oppure alternate di frequenza acustica, (1200 ÷ 1600 periodi al sec.) agenti su un motorino sincrono di regolazione, come nel sistema Korn ultimo modello e nel sistema americano dell'American Telegraph and Telephon Co.



FIGURA 4.

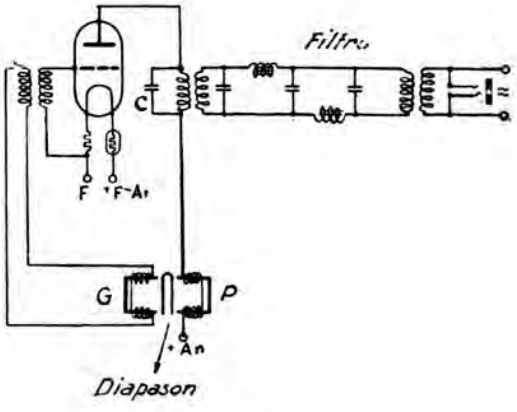


FIGURA 5.

Il sincronismo locale differisce da questo ultimo modo solo pel fatto che la corrente alternata di sincronismo viene lanciata solo una o due volte al giorno per verifica, ciò essendo permesso dalla grande regolarità di marcia degli organi locali del movimento nelle due stazioni corrispondenti.

Nel sistema Belin e nel Telefunken-Karolus si impiega il sincronismo locale con due differenti generatori della corrente di sincronizzazione, che sono un pendolo di precisione nel Belin e un sistema diapason-valvola nel Telefunken-Karolus.

9. - In quest'ultimo, in ciascuna stazione vi è un generatore della corrente di sincronizzazione consistente in un oscillatore misto diapason-valvola del tipo Eccles-Jordan. Il diapason, di grande precisione, è sottratto ad ogni influenza esterna a mezzo di una grande cassa termostatica, e viene accoppiato ad una valvola oscillatrice secondo lo schema della figura 5, in modo da sostituire il circuito oscillante degli ordinari generatori a valvola: placca e griglia risultano infatti accoppiati tra loro con l'intermezzo del diapason, che, mentre viene mantenuto in movimento dalle correnti alternate che percorrono la bobina di placca *P*, eccita la griglia con le f. e. m. generate dal suo movimento di fronte alla bobina di griglia *G*. Il movimento viene regolato su una piccola ampiezza in modo da avvicinarsi più che possibile alle condizioni teoriche (ampiezza minima), affinchè il periodo di oscillazione sia più possibile costante ed indipendente dalla ampiezza dalla oscillazione.

La corrente viene generata alla frequenza di circa 1560 periodi negli apparati Karolus, ed è successivamente amplificata sino ad una potenza di circa 3 - 5 Watt.

Il tamburo trasmittente e quello ricevente sono comandati con adatti dispositivi di riduzione di velocità da un motore a corrente continua, già costruito per marciare alla velocità più che possibile costante di 30 giri al secondo.

Sullo stesso albero del motore a c. c. è montato un piccolo motorino sincrono a 52 coppie di poli, ciò che a 30 giri al secondo dà precisamente 1560 periodi. Il motorino sincrono, essendo alimentato dalla corrente prodotta dal diapason, funziona come un regolatore della velocità, in quanto con la sua coppia motrice, sincrona col diapason, contrasta le deboli tendenze a variare la velocità che potrebbero prodursi nel motore a corrente continua quando esso fosse abbandonato a sè stesso.

La influenza di questa regolazione è tuttavia relativamente piccola, data la piccola potenza del motore, cosicchè è necessario sorvegliare per impedire che per qualche fortuita causa possa il motore a corrente continua sregolarsi notevolmente, nel quale caso la influenza del motorino sincrono non sarebbe più sufficienti a mantenere il sincronismo.

La sorveglianza si effettua a mezzo di un sistema stroboscopico, e precisamente con una ruota a 52 settori periferici bianchi e neri che viene calettata sull'asse del motore. Di fronte ad essa una lampadina a neon viene percorsa dalla corrente prodotta dal diapason. La lampadina, come è noto, si accende solo negli istanti di massima tensione e si spegne durante la inversione della corrente. Il sincronismo è raggiunto quando la ruota sembra ferma, poichè ciò indica che la luce intermittente proveniente dalla lampadina a neon, illumina sempre nella stessa posizione i successivi settori bianchi della ruota, ciò che significa che questi si spostano esattamente di un cinquantaduesimo della circonferenza ad ogni periodo della corrente sincronizzatrice. Un piccolo movimento apparente della ruota indica una piccola differenza di sincronismo, che si corregge con appositi reostati disposti sul campo del motore a corrente continua.

La esperienza ha provato che con una accurata scelta delle macchine il sincronismo locale tra il diapason ed i tamburi trasmittente e ricevente, una volta ottenuto, viene mantenuto senza difficoltà per intere giornate (vedi nota N. 5). Naturalmente tale risultato non è sufficente, essendo necessario che sia raggiunto il sincronismo anche tra i due diapason.

Per verificare tale sincronismo basterà, all'inizio delle trasmissioni nella giornata, fare illuminare la lampadina a neon del dispositivo stroboscopico anzichè con la corrente del diapason locale, con quella del diapason della stazione corrispondente. Tale corrente deve perciò essere trasmessa in luogo della corrente teleidografica per tutto il tempo che dura la messa in sincronismo.

Se sostituendo le due correnti (quella locale e quella lontana) nella lampada a neon si constata nei due casi l'apparente immobilità della ruota a settori, ciò indica il perfetto sincronismo tra i due diapason ed il motore del tamburo locale.

Nel caso poi che il sincronismo sia perfetto con la corrente locale ma non con quella lontana si dovrà agire in una delle stazioni sull'apposito condensatore *C* (fig. 5) disposto sul circuito anodico del generatore valvola-diapason locale, mediante il quale si riesce ad ottenere delicatissime variazioni nella frequenza del diapa-

son pel fatto che agendo sul circuito anodico che fornisce la potenza oscillatrice si varia leggermente l'ampiezza della oscillazione e quindi la frequenza. Con ciò la frequenza può essere variata di una piccola frazione per cento. Contemporaneamente si agirà sul reostato del motore locale a corrente continua per rimetterlo in sincronismo sulla nuova frequenza e ciò fino ad ottenere, separatamente nei due posti corrispondenti, il sincronismo del motore locale con entrambe le correnti sincronizzatrici e, quindi, di conseguenza, il sincronismo dei due motori corrispondenti.

10 - La regolazione non è però a questo punto ancora terminata poichè non solo è necessario che i due tamburi siano sincroni, ma è anche necessario che essi siano *in fase,* cioè che entrambi presentino nello stesso istante ad esempio la generatrice che limita in alto l' immagine (che può essere assunta come generatrice di riferimento), rispettivamente alla macchia luminosa esplorante nella trasmissione, ed a quella sensibilizzante nella ricezione. In caso diverso la immagine ricevuta riuscirebbe tagliata secondo una generatrice in due parti sfalsate.

Per ottenere la uguaglianza delle fasi si può operare in vari modi, ad es. come segue: Consideriamo due stazioni complete di ricezione e trasmissione. In ciascuna stazione i due tamburi ricevente e trasmittente sono tra loro solidali e comandati dal motore (attraverso appositi riduttori di velocità), mediante un giunto ad innesto di cui la parte verso il motore è rigidamente calettata ad esso, mentre quella che si trova dalla parte dei tamburi può assumere una posizione qualunque rispetto a questa. Le due parti del giunto inoltre si innestano mediante un solo nasello, in modo che la loro posizione relativa è sempre la stessa. Sul giunto, dalla parte del motore, è inoltre disposta una lampadina al neon che ruota col giunto e che fa capo ad un settore metallico S e ad un anello metallico a sui quali appoggiano due spazzole B e b. Il settore S comunica inoltre con un'altro anello metallico a' su cui appoggia la spazzola b'. Completano l'impianto una batteria di 200 Volta e un commutatore collegati come nella figura 6. Inizialmente in entrambe le stazioni corrispondenti i tamburi saranno collegati col giunto G in modo che disposto il commutatore nella posizione

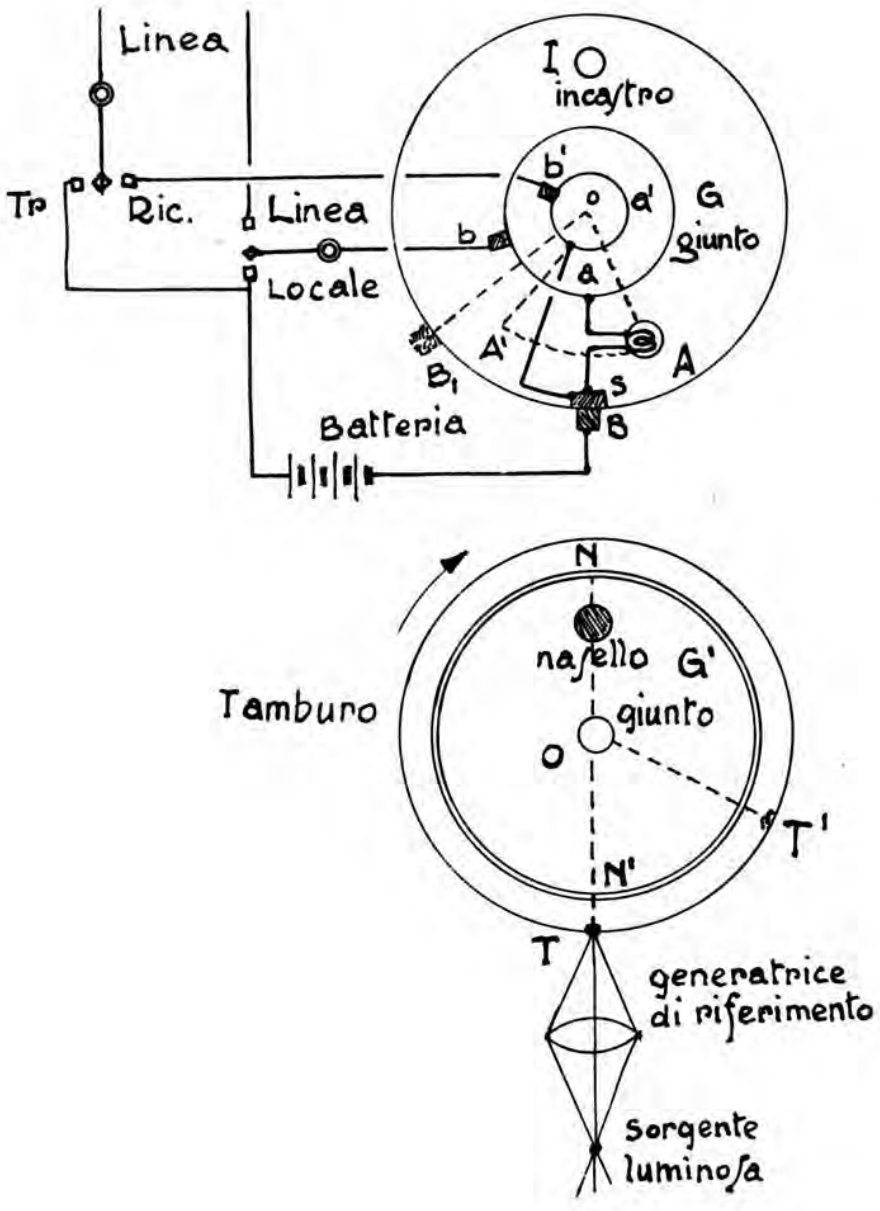

Linea
I
incastro
Tp
Ric.
Linea
Locale
b'
o
a'
G
giunto
b
a
A'
A
B1
s
B
Batteria
N
nasello G'
Tamburo
giunto
O
T'
N'
T
generatrice
di riferimento
sorgente
luminosa

FIGURA 6.

« locale » la spazzola B tocchi il settore S (e quindi accenda la lampadina nella posizione A), quando le generatrici di riferimento T dei tamburi passano davanti alla rispettiva macchia luminosa.

Ciò fatto, messo il 1° commutatore nella posizione « linea », una delle stazioni disporrà il 2° commutatore nella posizione « trasmissione »; l'altra lo disporrà nella posizione « ricezione ». In quest'ultima quindi la lampadina sarà illuminata dalla corrente di fase proveniente dalla stazione corrispondente, e poichè difficilmente le rispettive generatrici di riferimento saranno in fase, così avverrà che la lampadina, invece di accendersi sulla posizione A in cui si accende con il tamburo locale, si accenderà in A', il che indica che il tamburo lontano è in ritardo su quello locale di un angolo $A' O A$.

Ciò verificato si rileverà esattamente il detto angolo e disinnestati i tamburi questi si sposteranno rispetto al diametro $N N$ del giunto di un angolo $T O T'$ uguale ma opposto all' $A O A'$. Innestato quindi nuovamente il giunto, le due stazioni saranno in fase. Si potrà anche spostare la spazzola $B B'$ in modo che sia $A' O B = A' O A - T' O T$, ed allora la lampadina si accenderà nella stessa posizione A' sia pei tamburi locali che per quelli lontani.

11 - Si può qui notare che il sincronismo locale presenta, come vantaggi notevoli su quello trasmesso, la maggiore semplificazione che importa nei mezzi di trasmissione, nonchè il maggiore carattere di segretezza che consente alla trasmissione stessa. Naturalmente però il mantenimento del sincronismo tra due generatori lontani e indipendenti implica una costanza notevole nella frequenza generata (vedi Nota N. 6) e quindi una precisione di costruzione e di regolazione molto maggiore di quella richiesta dal sincronismo trasmesso, nonchè speciali precauzioni che complicano il complesso e attenuano i vantaggi sopracitati.

12 - Uno schema dimostrativo del sistema Karolus-Telefunken è rappresentato nella figura 7 ed un prospetto delle parti più caratteristiche dello stesso sistema si ha nella figura 8.

Il sistema Karolus-Telefunken si presta sia alla trasmissione delle immagini e bianco-nero, come disegni, scritti, schemi, carte

topografiche; sia a quella delle immagini sfumate, come fotografie; per quest'ultimo modo (metodo telefonico) la trasmissione richiede però una maggiore potenza e riesce più complicata, nello stesso

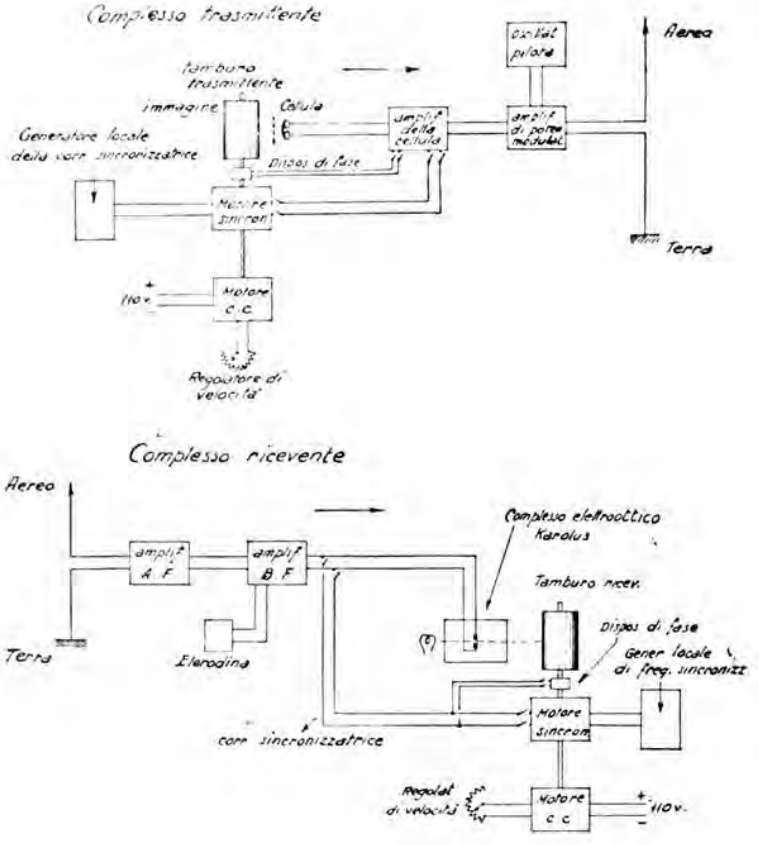


FIGURA 7.

Schema del sistema radioteleidografico Karolus-Telefunken.

modo come la ordinaria radiotelefonia riesce meno efficente e più complicata della ordinaria radiotelegrafia. Una discussione su questo argomento è contenuta nella nota N. 3.

Le figure 9 e 10 mostrano due immagini trasmesse con gli apparati radioteleidografici Karolus-Telefunken; di esse la seconda impicciolita dopo la ricezione. Nella prima si vedono delle striature caratteristiche, dovute a leggeri disturbi o sregolazioni. Si può notare la perfezione del sincronismo, manifesta nella quasi perfetta rettilineità delle linee trasversali. Le immagini sono di notevole finezza, essendo appena percettibile la traccia dell'elica esplorante, di cui il passo è di $^1/_5$ m/m. Esse vennero trasmesse ciascuna in circa 2 minuti.

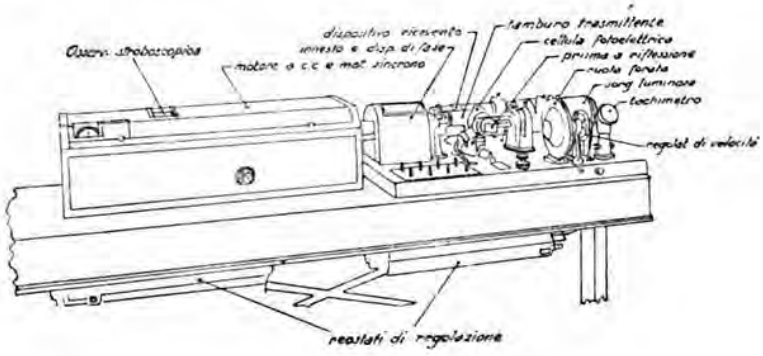


FIGURA 8.

Apparato teleidografico Karolus-Telefunken.
(esclusi amplificatori e generatore della corrente sincronizzatrice)

Sistema Korn.

13. - Nel corso della esposizione precedente si sono già messe volta per volta in rilievo alcune differenze tra l'ultimo sistema Korn e quello Telefunken-Karolus: esse possono così riassumersi:

a) - Nella esplorazione della immagine la cellula fotoelettrica è di tipo normale per il tipo Korn e di tipo speciale (anulare) pel Telefunken. Entrambe utilizzano la luce riflessa dalla immagine e quindi possono utilizzare direttamente i fogli su cui è disegnata o fotografata l'immagine senza procedimenti di trasporto.

b) - Il Korn non usa la modulazione ottica limitandosi, quando trattasi di trasmissione sui cavi o per radio, ad impiegare la cor-



Versuche zur optischen Ergänzung des Rundfunks.

Von Dr. Fritz Schröter.

I. Daß der Rundfunk in wenigen Jahren integrierender Bestandteil unserer technischen Zivilisation werden konnte, mag hauptsächlich im Wesen der allseitigen Ansprechbarkeit begründet sein, in der unverkennbaren Zweckmäßigkeit der durch den Raum nicht behinderten „Diffusionsverbindung", die hier zum ersten Male in den Dienst ganzer Volksgemeinschaften gestellt wurde. Ohne Zweifel beruht aber daneben die schnelle Entwicklung des Rundfunks auf seiner glücklichen, in die menschlichen Lebensgewohnheiten und Bequemlichkeiten hineinpassenden Weise, Unterhaltung und Belehrung in jedes Haus zu tragen. Gestützt auf beide Vorzüge muß nun die neue zivilisatorische Errungenschaft das Feld ihrer kulturfördernden Auswirkung immer mehr zu erweitern suchen. Der Rundfunk soll durch Zusprechen von Wissensstoff aller Art das ethische Niveau heben, durch Uebermittlung von Klanggebilden auf Gefühl und Phantasie wirken. Wir alle erleben, wie Künstler, Techniker, Organisatoren sich besonders an dem letztgenannten Teil der Aufgabe abmühen. Sieht man von Amerika ab, wo die Darbietungen auf vorwiegend musikalische „Zerstreuung" eingeschnitten sind, und beobachtet man mit kritischem Blick die auch außerhalb unseres Landes sehr ernsten, planmäßigen Anstrengungen, wie sie z. B. von der British Broadcasting Company gemacht werden, um durch Verwertung origineller akustischer Einfälle den Rundfunk zum Vermittler neuer Wirkungen zu machen, so muß man zu folgendem Schlusse gelangen: Das Ohr, als alleiniges Eingangsorgan für die Betrachtung der Vorstellungswelt, für die Anregung der psychischen Komplexe, deren Summe den Begriff „Erleben" umfaßt, offenbart seine eng gezogenen Grenzen, sobald der Rundfunk mehr zu geben trachtet, als nur eine möglichst getreue akustische Kopie des phonischen Originals. Wir empfinden dies z. B. beim Funkdrama, das, vom Niveau breiterer Schichten aus beurteilt, als Versuch mit unzulänglichen Mitteln bleibt. Aber auch bei Vorträgen und Lehrkursen treten die Grenzen der ausschließlich mit dem Hörvorgang arbeitenden Uebertragungsweise oft kraß in Erscheinung. Es hilft, trotz aller Sprechkunst, die „Anschaulichkeit". Neben solchen psychologischen Schranken stehen dem weiteren Ausbau der Rundfunk-Akustik physiologische Hindernisse im Wege, die auf der Abhängigkeit der Hörempfindung von der Struktur des Schallraumes beruhen und, um nur ein Beispiel zu nennen, sich als Mangel an „Plastik" der Darbietung beim Empfänger äußern. Nach alledem ist es verständlich, daß man heute nach Mittel und Methoden sucht, um den Rundfunk durch zentrale Verbreitung oder Steuerung sichtbarer Wirkungen, also durch Hilfe eines zweiten Sinnes, zu verbessern und zu ergänzen. Optische Uebertragungen solcher Art können natürlich auch Selbstzweck sein; in der Hauptsache aber wird die Hinzunahme des Bildes zunächst der Vervollständigung und Belebung der akustischen Sendung durch das „Augenfällige" zu dienen haben. Wir wollen uns, ohne Anspruch auf erschöpfende oder systematische Behandlung des Themas zu erheben, im folgenden mit einigen Versuchen und Anregungen auf diesem Gebiet beschäftigen. II. Die verschiedenen Möglichkeiten der Erweiterung (oder sogar Umgestaltung?) des Rundfunks durch bildliche Eindrücke sind heute nicht absehbar. Sucht man im Rahmen des Gegebenen oder Vorstellbaren nach einer Gruppierung, so ließe sich der Stoff z. B. einteilen in: 1. Verbreitung unbewegter Bilder (Bildvertrieb, Bildfunk), 2. Drahtlose Kinoübertragung (Fernkino), gegebenenfalls mit akustischer Begleitung, 3. Zusammenwirken von akustischem Rundfunk und örtlich vorgeführtem Kinobild. Wie gesagt, mag diese Aufzählung unvollständig sein, sie umfaßt jedoch die nächstliegenden und wichtigsten Fälle. III. Bezüglich 1. sei hier, als ein Symptom der unbefriedigenden Lage, der erste Schritt erwähnt: Die Illustration von Rundfunkvorträgen durch Epidiaskop-Bilder, die serienweise — wie auch die zugehörigen Heim-Projektionsapparate — durch eigens hierfür gegründete Unternehmen vertrieben werden. Es handelt sich dabei also nicht um „Bildfunk" [illegible] wie bei den Kinobildern unter 3); aber gerade darin, daß der Ausscheidungsstoff in fast beliebiger Fülle und Güte ohne Inanspruchnahme von Sendezeit in die Hände des Rundfunk-Teilnehmers gelangt, liegt, innerhalb gewisser Grenzen, ein technischer Vorteil der Methode. Die Anwendung solcher Einrichtungen ist indessen bisher beschränkt geblieben, obgleich der Zweck der Belebung eines trockenen Vortrages dadurch zweifellos erreichbar erscheint. Der geringe Erfolg dürfte denn auch vorwiegend auf wirtschaftliche und organisatorische Schwierigkeiten zurückzuführen sein. So ist z. B. eine Rentabilität bei den hohen Kosten des im Druckverfahren vervielfältigten Bildmaterials nur denkbar, wenn eine genügende Zahl von Bestellern für sämtliche Kollektionen geworben werden kann. Das wird aber angesichts der Verschiedenheit der Geschmacksrichtungen und Interessen der Rundfunkhörer stets fraglich bleiben. Fiele einer lebensfähigen Organisation dieser Art das Gebiet der rechtzeitig festgelegten Programme zu, so würde der speziell für Zirkulardienst entwickelte einfache Funkbildschreiber, der im Anschluß an normale Empfangsapparate arbeitet, sein Betätigungsfeld hauptsächlich in der Verbreitung hochgradig „aktueller" Bilder suchen müssen, d. h. in solchen Fällen in Funktion zu treten haben, wo die zentrale Sendung im Funkwege allen anderen Verbreitungsmöglichkeiten, wie etwa der Presse, voranseilt. Man denke hierbei an Bilder von einer Theater-Premiere, die am gleichen Abend durchgegeben werden können, an die rapide bildliche Berichterstattung über Sportkämpfe, Straßenszenen, Unfälle, an die Ausnutzung für Reklamezwecke usw. Im Notfalle wird der Rundfunk-Bildschreiber der Kriminalistik zur Verfügung stehen, wenigstens soweit Selbstschutzinteressen der Allgemeinheit vorliegen. Auch die Uebertragung aktueller Schriftstücke und Schriftproben für Lehrzwecke, von Autographen, Wetterkarten, graphischen Darstellungen (z. B. der letzten Kurs- oder Preisbewegun-

FIGURA 9.

Rekord in Lichtstärke - Rekord in Raumdarstellung

KINO-PLASMAT F:1,5



Scharfe Zeichnung, vollkommene Plastik, beste Luftperspektive, sowie zwingende Tiefenvorstellung

Das unentbehrliche Objektiv für jeden fortschrittlichen Kino-Operateur

Liste Nr. 6 über Kino-Optik kostenlos

Optisch-Mechanische-Industrie-Anstalt

Hugo Meyer & Co., Görlitz in Schl.

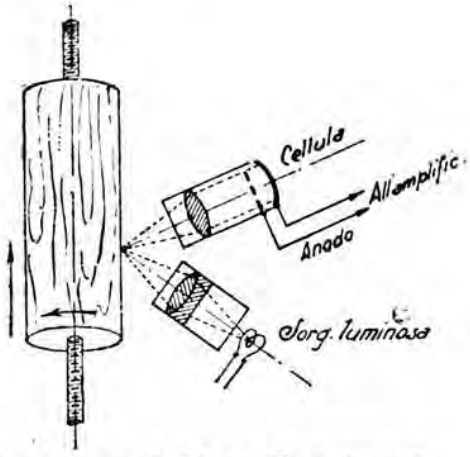
FIGURA 10.

rente teleidografica per modulare la corrente di trasporto, che sarà di frequenza acustica se trattasi di trasmettere sui cavi, di frequenza radio, se devesi trasmettere per radio.

c) - La ricezione è fatta dal Korn con il galvanometro a corda e dal Telefunken con la cellula di Kerr.

d) - Il sincronismo è locale per il Telefunken, è trasmesso, su frequenza acustica, pel Korn.

Il punto *b)* non ha bisogno di altre spiegazioni. Per quanto riguarda gli altri punti si può dire:



Esplorazione col sistema Korn-Lorenz

FIGURA 11.

a) - Nell'ultimo modello Korn la cellula fotoelettrica, di tipo comune, è disposta esternamente al tamburo, dietro a un sistema ottico che ha il suo fuoco nel punto illuminato della immagine e che diffonde così sulla cellula fotoelettrica la luce riflessa su tale punto (fig. 11).

c) - La ricezione sul galvanometro a corda dà ottimi risultati, nonostante che la sua inerzia sia molto maggiore di quella della cellula di Kerr e ciò perchè la frequenza massima utilizzata nella trasmissione delle immagini è relativamente bassa (2 - 3 mila periodi al più).

Secondo il Prof. Korn il galvanometro può utilmente seguire le oscillazioni fino alla frequenza dell'ordine di 20.000 periodi a secondo, e sarebbe quindi in ogni caso sufficiente per la trasmissione delle immagini.

14. - Il galvanometro impiegato dal Prof. Korn risulta schematicamente dalla figura 12.

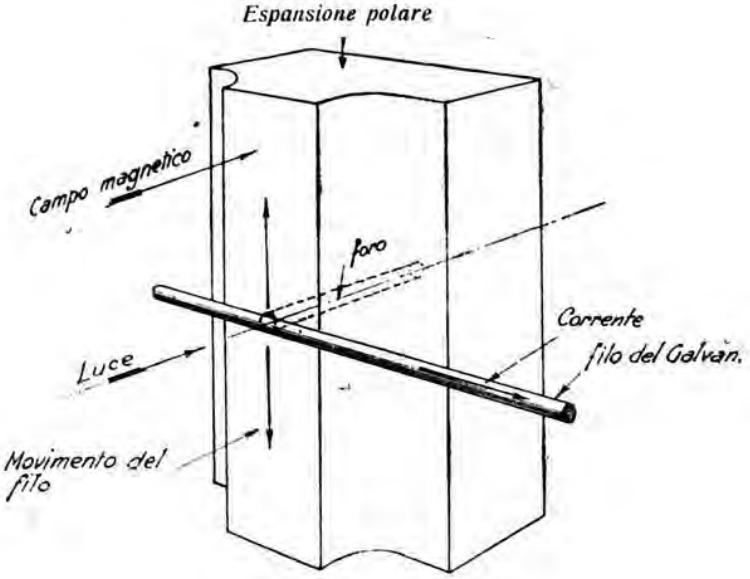


FIGURA 12.

Le espansioni polari dell'elettromagnete sono forate nel senso delle linee di forza e attraverso al foro passa un raggio di luce diretto sul tamburo contenente la carta sensibile fotografica.

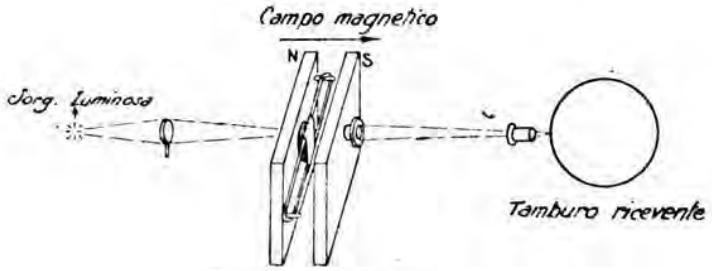
Un sottile filo d'argento attraversa l'intraferro perpendicolarmente al campo magnetico ed esattamente in corrispondenza del foro suddetto; esso intercetta quindi il raggio di luce diretto sulla carta sensibile.

Un sistema ottico affoca l'immagine del filo sulla carta sensibile, nonchè la sorgente luminosa sul filo, cosicchè quando il filo è percorso dalla corrente, esso si sposta perpendicolarmente al

campo magnetico e quindi libera il raggio luminoso che va a colpire la carta sensibile con una macchia luminosa puntiforme.

Si può anche disporre il filo in modo che a riposo esso sia fuori del foro, cosicchè le correnti in arrivo provocano l'arresto anzichè il passaggio del raggio sensibilizzante. Analogamente si può fare in modo che le emissioni di corrente alla trasmissione siano provocate dai punti neri della immagine originale oppure dai punti bianchi. Combinando i due sistemi di ricezione con i due di trasmissione si possono ottenere immagini positive (nero su fondo bianco) o negative (bianco su fondo nero), in due modi diversi.

Quando si dovessero trasmettere delle immagini sfumate il galvanometro può essere modificato (figura 13) sostituendo il filo



Espansioni polari

FIGURA 13.

unico con una coppia di fili che trattengono una sottilissima e leggerissima lamina di alluminio che fa da schermo al raggio luminoso. Il foro sarà più ampio e lo schermo spostandosi per effetto delle correnti in arrivo aprirà più o meno il foro.

Così la luce che giunge sulla carta sensibile sarà proporzionale all'area scoperta dalla laminetta, la quale area sarà a sua volta proporzionale allo spostamento della coppia di fili e quindi alla corrente che vi passa. Questa essendo a sua volta proporzionale alla corrente fotoelettrica e quindi alla tonalità della immagine originale, il risultato sarà una ottima riproduzione anche delle immagini sfumate, specialmente se queste vengono poi ridotte fotograficamente di dimensioni dopo la ricezione (vedi fig. 14).

Immagini più contrastate si possono ottenere seghettando a denti triangolari i bordi delle laminette che limitano la fessura. Presso il nostro Centro Studi Collegamenti si sono ottenute ottime riproduzioni di immagini sfumate col galvanometro a corda del Korn e con fessure a bordo seghettato.



FIGURA 14.

15. - Il sincronismo, negli esemplari degli apparati Korn da me esaminati, viene ottenuto mediante una corrente di sincronizzazione che si trasmette insieme con la corrente teleidografica e che ha una ampiezza più piccola di quest'ultima.

La corrente di sincronizzazione, di frequenza superiore alla massima teleidografica, viene generata molto semplicemente da un disco che ruota col motore a corrente continua dal tamburo trasmit-

tente, e che porta dei settori alternativamente isolanti e conduttivi, questi ultimi collegati tutti all'asse di rotazione e ad un polo di una pila. Da una spazzola che appoggia sul disco e collegato all'altro polo della pila si ottiene così una corrente continua interrotta. La corrente così prodotta viene con adatto accoppiamento inviata sulla linea e si sovrappone alla corrente teleidografica senza modularla. Il complesso delle due correnti va poi direttamente alla stazione corrispondente se si tratta semplicemente di trasmissione sui fili, oppure va a modulare una corrente di frequenza acustica se si tratta di trasmettere sui cavi telefonici, oppure una frequenza radio se la trasmissione si fa per radio.

All'arrivo la corrente di sincronismo viene derivata da un apposito filtro elettrico e poi, amplificata fino a 2 o 3 Watt. di potenza, va ad alimentare un motore sincrono che fa da regolatore del motore a corrente continua del tamburo ricevente. In queste condizioni la corrente teleidografica contiene tuttavia sempre una parte della corrente di sincronismo e per evitare che essa produca delle striature sulla copia ricevuta, il Korn ha fatto il filo del galvanometro di larghezza maggiore del foro, cosicchè questo non può essere scoperto per effetto dei soli impulsi della corrente di sincronismo, la quale quando è sola non produce perciò alcun effetto sulla immagine. Ma anche quando tali impulsi si trovano in concordanza con i segnali teleidografici, dato che questi devono essere sufficientemente intensi per provocare la totale apertura del foro luminoso, gli impulsi stessi non sono dannosi, perchè l'ulteriore spostamento del filo da essi provocato non può aumentare il massimo già raggiunto di luce emittibile.

16. - Il sincronismo viene controllato alla ricezione col metodo stroboscopico mediante la osservazione del moto del motore sincrono con una lampada a neon illuminata dalla corrente di sincronismo: il motore deve apparire immobile. Praticamente il sincronismo si ottiene agendo sul campo del motore a corrente continua e le prove pratiche da me eseguite hanno messo in evidenza la relativa facilità di ottenerlo e la perfetta sua stabilità,

Anche in questo sistema Korn è necessaria la messa in fase dei tamburi corrispondenti, ciò che si ottiene mediante il lancio di

appositi segnali di fase e con dispositivi analoghi a quello descritto al N. 10.

17. - Com'è noto il Prof. Korn, che è indubbiamente da molti anni il più fervente apostolo della teleidografia, propugna un sincronismo

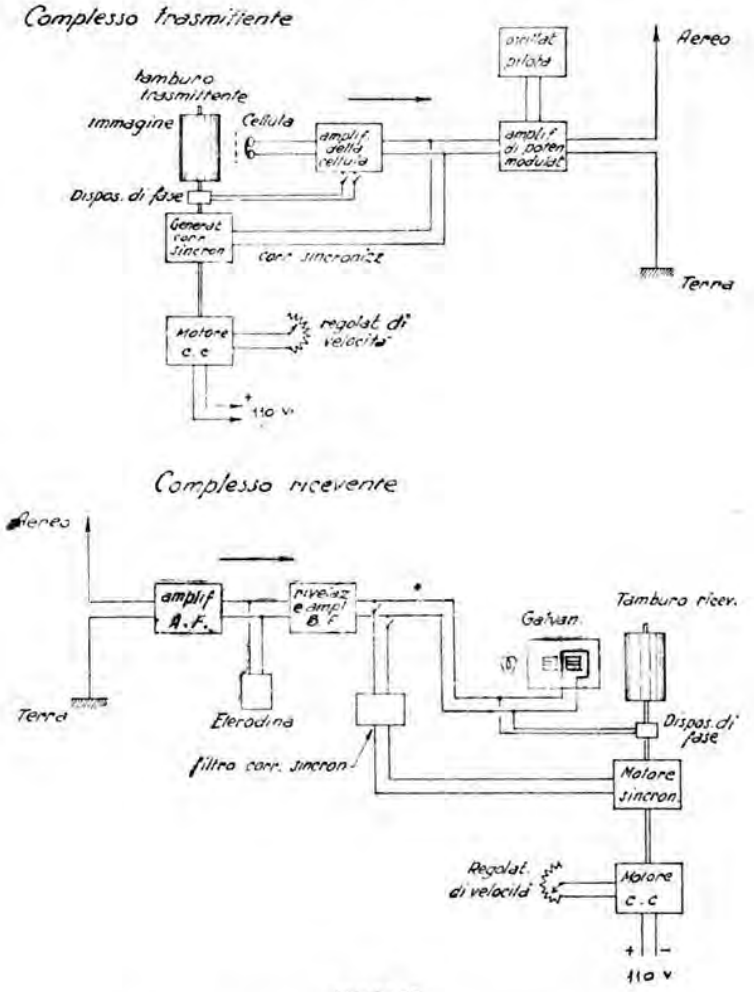


FIGURA 15.

Schema del sistema radioteleidografico Korn-Lorenz.

universale, che dovrebbe essere dato con appositi segnali lanciati da apposite stazioni R. T. internazionali e sui quali tutti potrebbero

sincronizzare i propri apparati. L'idea è certo geniale ed è da augurare che essa sia presto accolta nell' interesse generale.

18. - Uno schema del sistema Korn-Lorenz è rappresentato dalla figura 15.

Le figure 16 e 17 dànno due esemplari di immagini trasmesse col sistema Korn-Lorenz alla presenza dello scrivente tra Berlino e Zossen (30 Km.) per via radio. Confrontate con quelle del sistema



FIGURA 16.

Karolus esse mostrano una minore finezza dei tratti, dovuta alla maggiore lunghezza del passo dell' elica impiegata ($^1/_3$ di m/m. invece di $^1/_5$). Il sincronismo è perfetto anche in queste immagini, che d'altronde possono ritenersi pienamente soddisfacenti per gli scopi pratici.

Esse vennero trasmesse in circa un minuto e mezzo ciascuna.

La figura 14 rappresenta una trasmissione di immagine sfumata impicciolita dopo la ricezione.

CONCLUSIONE.

19. - Dalle prove eseguite e dal complesso delle considerazioni esposte (vedi anche le note N. 1 a 6) mi sembra che si possa trarre la conclusione che la teleidografia sulle linee e sui cavi telefonici (e probabilmente anche su fasci di linee mediante le onde



Eine Siedlung, die im Monde liegt.

Merkwürdige Geschäfte einer ländlichen Heimstätten-Genossenschaft. — Disziplinarverfahren gegen den Direktor des Brandenburgischen Landesarbeitsamts.

Das Wohlfahrtsministerium hat auf Grund von Anzeigen bei dem „Wirtschaftsverband ländlicher Arbeiter-Heimstätten-Genossenschaften der Provinz Brandenburg" in Berlin eine scharfe Revision durchgeführt. Diese hat ergeben, daß der Wirtschaftsverband aus Mitteln der produktiven Erwerbslosenfürsorge 600 000 Mark für Landarbeiter-Siedlungshäuser mehr erhalten hat, als er in Wirklichkeit gebaut hat. In diesen Mitteln waren 90 000 Mark für eine Siedlung in Herzfeld enthalten, die, wie die Untersuchung ergab, überhaupt nicht aktenmäßig nachzuweisen ist. Mit anderen Worten: die Siedlung Herzfeld existiert nur in den Büchern des Wirtschaftsverbandes, d. h. sie liegt im Monde.

Das Wohlfahrtsministerium hatte dem Wirtschaftsverbande häufig große Summen überwiesen, und zwar nach Anführung der neutralen Aufsichtsstelle, als welche das Brandenburgische Landesarbeitsamt fungiert. Wie wir erfahren, hat nunmehr der Landesdirektor der Provinz Brandenburg gegen den Direktor dieses Landesarbeitsamts Dr. Mielke das Disziplinarverfahren mit dem Ziele der Amtsenthebung veranlaßt.

Ueber die Vorgänge, die zu dieser aufsehenerregenden Maßnahme des Landesdirektors geführt haben, erfahren wir noch: Als vor zwei Jahren die Zollbau-Gesellschaft ein unrühmliches Ende nahm, blieb auch der Wirtschaftsverband ländlicher Arbeiter-Heimstätten-Genossenschaften des Heimanns mit über 2 000 Mark Siedlungsbaugeldern hängen. Um die Sache nicht publik werden zu lassen, half man sich damit, daß der Wirtschaftsverband die Schuld der pleitegegangenen Zollbaugesellschaft übernahm und diese Schuld mit 340 000 Mark

FIGURA 17.

convogliate) si può considerare come un problema risolto praticamente, pur essendo ancora suscettibile di ulteriori perfezionamenti.

Un servizio di trasmissione di immagini sui fili può cioè realizzarsi in modo continuativo e regolare con risultati più che soddisfacenti (nella maggior parte dei casi) anche dal punto di vista della fedeltà delle immagini riprodotte.

Impiegando formati ampi ed elevate velocità di trasmissione la teleidografia può riuscire molto più rapida dei sistemi telegrafici celeri.

Non altrettanto avanzata mi sembra la trasmissione per radio. Per un servizio sicuro e regolare la potenza richiesta è per ora considerevole e molto maggiore di quella necessaria per la radiotelefonia, pur ammettendo che in condizioni favorevoli possa essere sufficente una potenza uguale a quella radiofonica.

Dal punto di vista militare poi la teleidografia per radio presenta un lato molto debole, ed è la facilità con cui si può disturbare e rendere inintelliggibile: basta a questo scopo sovrapporvi una emissione di uguale onda portante e di potenza adeguata, per produrre immagini inutilizzabili.

Dal punto di vista della fedeltà delle riproduzioni radioteleidografiche si possono fare due considerazioni apparentemente contraddittorie, e cioè:

a) - Se si tratta di trasmettere dei disegni o scritti in bianco e nero, la teleidografia può essere molto meno esigente della radio ordinaria, poichè una copia sulla quale siano anche numerose le striature e le macchie chiare e scure (prodotte dai disturbi atmosferici o dalle interferenze o dalle variazioni di potenza e di onda), difficilmente riesce inintelliggibile, pur essendo esteticamente scorretta. Ciò si deve al fatto che un dato segno viene ottenuto alla ricezione dalla successiva giusta-posizione di parecchi punti che si aggiungono fotograficamente ad ogni successivo giro del tamburo fino ad ottenere un segno identico all'originale.

Per rendere inintelliggibile il segno stesso è perciò necessario che il disturbo si ripeta varie volte ad intervallo costante e uguale al tempo che impiega il tamburo a compiere un giro; ciò è molto poco probabile, salvo il caso di disturbi voluti o ininterrotti.

Nella telegrafia invece ogni disturbo un poco prolungato riesce generalmente a deformare un segno completo e pochi disturbi successivi possono facilmente rendere inintelliggibile una intera parola. Un telegramma trasmesso come teleidogramma ha quindi una maggiore probabilità di riuscire decifrabile anche in un ambiente più disturbato.

b) - D'altra parte si può invece considerare che una immagine striata e macchiata non può essere generalmente utilizzata nelle applicazioni giornalistiche e commerciali (fotografie di persone o di avvenimenti) e spesso neppure in quelle militari (fotografie, specialmente dagli aerei); nel primo caso per ovvie esigenze estetiche e nel secondo caso per la nota importanza dei minuti particolari rilevabili dalla fotografia. Sotto questo punto di vista quindi le esigenze teleidografiche sono molto maggiori di quelle della radiofonia, perchè se in questa un disturbo isolato può passare inosservato od essere dimenticato, nella immagine ricevuta esso lascia una traccia incancellabile che la deturpa. La trasmissione delle fotografie e in genere delle immagini sfumate si presenta perciò specialmente difficile per via radio, data la maggiore possibilità di disturbi od interferenze.

Un vantaggio militare della teleidografia è indubbiamente la maggiore segretezza della trasmissione, dato che la ricezione può essere fatta solo da posti esattamente sintonizzati e sincronizzati con la stazione emettitrice. Si può però osservare che quando si trattasse di trasmissioni di grande importanza, il nemico potrebbe sempre tentare di sincronizzarsi, non solo con i sistemi a sincronismo trasmesso, nel quale caso la cosa è relativamente facile, ma anche nel caso dei sistemi a sincronismo locale, poichè anche per essi è sempre necessario, almeno una volta al giorno, trasmettere per un certo tempo una serie di segnali di sincronizzazione. I mezzi escogitati per rimediare a questo inconveniente non sembrano nè semplici nè sicuri. D'altra parte la complicazione degli attuali apparati radioteleidografici non permette per ora un largo impiego nelle minori stazioni, per le quali il pericolo della intercettazione sarebbe senza dubbio minore.

20. - Tutto bene considerato ritengo che la trasmissione delle immagini *per via radio* non sia attualmente ancora al punto

necessario per entrare nei mezzi ordinari di collegamento, neppure per le maggiori unità. Ritengo invece che la trasmissione delle immagini possa anche ora riuscire utile e vantaggiosa se attuata sui fili aerei o sui cavi telefonici, sia perchè gli apparati per questo scopo (specie pei fili aerei) possono ridursi ad essere relativamente molto semplici, mentre sono di gran lunga più sicuri e regolari di funzionamento; sia perchè la trasmissione normale e intensiva di teleidogrammi può essere specialmente redditizia pei comandi arretrati, che possono disporre di linee con fili, in sostituzione del telegrafo ed anche della posta urgente.

La trasmissione teleidografica dagli aeroplani non mi sembra per ora praticamente redditizia, considerate anche le esigenze di peso e di ingombro degli apparecchi e la poca comodità di eseguire schizzi o disegni veramente utili da bordo.

Sembrami invece che potrebbe essere più utile la trasmissione degli schizzi o delle fotografie prese dagli aeroplani, non dagli stessi aeroplani, ma dai campi di aviazione ove fanno scalo gli aeroplani. Tale trasmissione, fatta ai comandi delle grandi unità interessate, potrebbe di norma avvenire sui fili, con molta probabilità quindi che essa possa riuscire anche molto soddisfacente sotto l'aspetto della fedeltà della riproduzione.

21. - Gli studi in corso sulla teleidografia, oltre a tendere alla maggiore semplificazione nelle varie parti, mirano specialmente ad aumentare la celerità della trasmissione e la grandezza del formato da trasmettere, nonchè a rendere possibile la trasmissione ininterrotta, evitando cioè la attuale necessità di arrestare la trasmissione per cambiare sul tamburo le immagini da trasmettere.

LUIGI SACCO
COLONNELLO DEL GENIO

NOTA N. I.

Sulla gamma delle frequenze teleidografiche e sulla distorsione di frequenza.

22. - Per rendersi conto dell'ampiezza della gamma delle frequenze teleidografiche, cioè delle frequenze delle correnti alternate semplici che costituiscono nel loro complesso la corrente teleidografica, dobbiamo considerare che le frequenze basse fino a zero provengono dei tratti di tonalità costante o lentamente variabile, mentre che la frequenza massima proviene dalla successione di tratti bianchi e neri della minima larghezza efficace, cioè aventi la larghezza uguale a quella del punto illuminato sulla immagine da trasmettere.

Se l è la larghezza del punto illuminato, una successione di tratti bianchi e neri ciascuno di larghezza l dà precisamente luogo a correnti fotoelettriche alternativamente massime e minime, equivalenti, secondo il teorema di FOURIER, alla sovrapposizione di una serie di correnti alternate di frequenza crescente e di ampiezza decrescente, di cui la prima (fondamentale) ha per periodo il tempo necessario perchè passino davanti al punto illuminato un tratto bianco ed uno nero, cioè il tempo $\tau = \frac{2\,l}{v}$ essendo v la velocità periferica del tamburo. Se d è il diametro del tamburo ed n sono i giri al secondo, sarà $v = \pi\, dn$, e la frequenza considerata è quindi (1) $\frac{1}{\tau} = f_{max} = \frac{\pi\, dn}{2\,l}$.

---

(1) In realtà una successione di tratti bianchi e neri aventi dimensioni comprese tra la larghezza l del punto illuminato e la metà di tale larghezza $\left(\frac{l}{2}\right)$ dà luogo a variazioni di illuminazione di frequenza sempre maggiore, a misura che ci si avvicina alla dimensione più piccola, fino al doppio della f_{max}; ma poichè l'ampiezza della variazione di corrente che si ottiene decresce col diminuire delle dimensioni dei tratti, così le immagini corrispondenti a tali tratti minori della dimensione del punto illuminato, possono considerarsi come costituite da un fondo grigio uniforme. In pratica è stato infatti riscontrato che le frequenze superiori a quella (f_{max}) corrispondente al tratto l possono essere soppresse senza danno. (Vedi « The Bell System Technical Journal » - ottobre 1927 pagine 577, 578, 579).

Si può analogamente calcolare, come frequenza minima, quella corrispondente a una successione di bianchi e neri aventi la massima lunghezza possibile, cioè la circonferenza πd del tamburo: così, facendo $l = \pi d$, si ottiene $f_{min} = \frac{n}{2}$.

Negli apparati attuali Telefunken-Karolus si ha: $\pi d = 20$ cm.; $n = 5$; $l = 0{,}2$ mm. quindi $f_{max} = \frac{5 \cdot 20}{2 \cdot 0{,}02} = 2500$, ed $f_{min} = 2{,}5$.

Negli apparecchi Korn posseduti dall'Officina R.T. (mod. 1925) ed in generale nei sistemi teleautografici nei quali l'organo esploratore è costituito da una punta metallica poggiante sulla immagine, la minima dimensione efficace si può ritenere uguale alla dimensione del minimo segno eseguibile con un inchiostro isolante, che è circa $^1/_4$ di mm. In detto apparato è $\pi d = 10$ cm.; $n = \frac{1}{2}$; ponendo $l = \frac{1}{40}$ cm. sarà $f_{max} = \frac{10 . {}^1/_2}{2 . {}^1/_{40}} = 100$, ed $f_{min} = \frac{1}{4}$.

Nei nuovi apparati Korn con cellula fotoelettrica esplorante si ha $\pi d = 20$ cm.; $l = \frac{1}{3}$ mm. e $n = 3$ quindi $f_{max} = \frac{3 . 20}{2 . {}^1/_{30}} = 900$ e $f_{min} = 1{,}5$.

23. - La principale conseguenza di una ampia gamma di frequenze da trasmettere (da 2,5 a 2500 nel sistema Telefunken-Karolus) è una grave distorsione dei segnali (deformazione di frequenza) che si verificherebbe nel caso che i segnali stessi si dovessero trasmettere sui cavi telefonici. È noto infatti che sui cavi telefonici ed in genere nei conduttori aventi una elevata costante di tempo CR, cioè una elevata capacità totale C (Farad) ed una elevata resistenza totale R (ohm), la corrente i che si ottiene ad un estremo quando si applichi all'altro estremo una f. e m. continua E, cresce in principio molto lentamente col tempo e raggiunge un valore prossimo a quello di regime $I = \frac{E}{R}$ solo dopo un tempo che si avvicini (da $^1/_3$ e $^1/_2$) alla costante di tempo CR (1).

(1) La corrente è data effettivamente da

$$i = I\,(1 - 2u + 2u^4 - 2u^9 + 2u^{16} \ldots\ldots) \text{ in cui } u = e^{-\frac{\pi^2}{CR} t}$$

Se la f. e. m. viene applicata solo per un tempo uguale (o minore) ad $\frac{1}{30}$ della costante CR, la corrente al posto ricevente non riesce praticamente neppure apprezzabile. Ciò stante, se una emissione teleidografica, che comprende segnali di cui le durate stanno tra loro nel rapporto da 1 a 1000 (come nel caso Karolus) viene applicata ad un cavo di cui la costante di tempo CR sia molto maggiore della durata dei segnali più brevi $\left(\frac{1}{5000}\right.$ di sec. pel Karolus, $\frac{1}{200}$ e $\frac{1}{1800}$ di sec. pei casi Korn, corrispondenti al tempo $\frac{\tau}{2} = \frac{l}{v} = \left.\frac{l}{\pi\, dn}\right)$, vi potranno essere dei segnali brevi che non saranno neppure avvertiti all'arrivo, mentre che i rimanenti saranno ricevuti tanto più intensamente quanto maggiore sarà la loro durata: si avrebbe così una tale distorsione di frequenza da rendere inutilizzabile o quasi la immagine ricevuta.

Affinchè sia tollerabile la distorsione sarebbe necessario che la minima durata dei segnali $\left(\frac{\tau}{2}\right)$ fosse maggiore almeno di $\frac{CR}{3}$, in modo che per tutti i segnali, compresi i più brevi, la corrente all'arrivo potesse raggiungere un valore prossimo a quello di regime; occorrerebbe cioè che fosse $CR < 3\,\frac{\tau}{2} = \frac{3\,l}{\pi\, dn}$.

Sostituendo i valori numerici si deduce che la costante di tempo CR dovrebbe essere inferiore a $\frac{3''}{5000} = 600$ microsecondi, pel caso Karolus.

Pei casi Korn tale costante potrebbe raggiungere $\frac{3''}{200} = 15000$ microsecondi e $\frac{3''}{1800} = 1666$ microsecondi, rispettivamente.

Ora si può osservare che la capacità per Km. di un filo telegrafico aereo da 2,5 mm. di rame è circa 9 millimicrofarad e che la resistenza per Km. è circa 4 ohm. La costante di tempo è quindi circa $36 \cdot 10^{-9}$ sec. per Km^2. Per 100 Km. essa diventa quindi $36 \cdot 10^{-5} = 360 \cdot 10^{-6}$ cioè appena inferiore al massimo limite di 600 microsecondi richiesto dal sistema Karolus.

Per una coppia di fili di un cavo telefonico si considera una capacità/Km. di 30 a 60 millimicrofarad e una resistenza/Km. di 10 a 50 ohm. La costante di tempo per detti cavi varia di circa 0,7 a 2 microsecondi/Km^2. Per 100 Km. si ottiene così una costante di 7000 a 20 000 microsecondi che quindi preclude la trasmissione diretta delle correnti teleidografiche su di essi.

24. - Per rimediare a questo inconveniente si adotta l'artificio di modulare con la corrente teleidografica una corrente portante di frequenza alquanto maggiore della massima frequenza teleidografica, in pratica almeno doppia della massima. La conseguenza di tale modulazione è, com'è noto, la formazione di uno spettro di frequenze comprese tra due frequenze estreme, l'una uguale alla frequenza portante più quella massima modulante e l'altra eguale alla frequenza portante meno la massima modulante; il rapporto tra massima e minima frequenza viene così ridotto enormemente. Nel caso Karolus se supponiamo che sia 5000 la frequenza portante, lo spettro corrispondente sarà compreso tra 2500 (= 5000 — 2500) e 7500 (= 5000 + 2500). Cioè il rapporto tra massima e minima frequenza sarà *tre*, anzichè *1000* come si aveva senza modulazione.

Ridotto in tal modo il rapporto tra massima e minima frequenza, il valore assoluto dell'attenuazione dei segnali viene a perdere importanza, inquantochè se anche i segnali corrispondenti alla massima frequenza saranno molto attenuati, quelli corrispondenti alla minima lo saranno poco di meno.

I segnali saranno quindi tutti press'a poco ugualmente indeboliti nella trasmissione. Ma poichè alla debolezza dei segnali si può rimediare con l'amplificazione, così riesce evidente la possibilità, mediante la modulazione alla partenza e l'amplificazione all'arrivo, di trasmettere tutti i segnali con distorsione tollerabile anche sui cavi molto lunghi, nei quali, senza detti artifici, i segnali giungerebbero distorti in modo intollerabile ed irrimediabile.

25. - Un'altra conseguenza dell'eccessivo rapporto tra frequenza massima e minima nella corrente teleidografica è la riduzione di efficenza che si ha negli amplificatori destinati ad amplificare le correnti debolissime provenienti dalla cellula fotoelettrica. Esami-

niamo il caso dell'amplificatore subito dopo la cellula; la resistenza interna della cellula essendo di circa 100 megaohm, per la buona utilizzazione dell'amplificatore sarebbe conveniente che la impedenza anodica della cellula fosse dello stesso ordine di grandezza: ora essendo praticamente impossibile ottenere degli avvolgimenti che abbiano una così alta impedenza senza avere nello stesso tempo una grande capacità interna, si rende necessario impiegare delle resistenze puramente ohmiche quali si possono ottenere con materiali speciali, evitando al massimo la capacità propria. Ma ciò non è sufficente, perchè non essendo sempre possibile disporre l'amplificatore immediatamente vicino alla cellula, il conduttore di collegamento tra cellula e amplificatore avrà sempre una capacità propria C_1, per quanto piccola, che verrà a disporsi in parallelo alla capacità interelettrodica della valvola amplificatrice C_2 e formerà così una derivazione capacitiva di impedenza $\frac{1}{\omega (C_1 + C_2)} = \frac{1}{\omega C}$ (fig. 18).

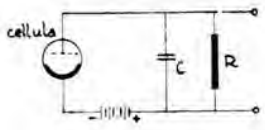


FIGURA 18.

La impedenza d'ingresso risultante sarà perciò quella delle due impedenze R e $\frac{1}{\omega C}$ in parallelo, cioè sarà:

$$Z = \frac{R \frac{1}{j \omega C}}{R + \frac{1}{j \omega C}} = \frac{R}{1 + j \omega CR}$$

di cui il valore assoluto sarà:

$$Z = \frac{R}{\sqrt{1 + \omega^2 C^2 R^2}}$$

Ne segue che l'aumento della R produce un aumento sensibile della Z solo fino a quando il numero ωCR non supera l'unità.

Quando sia $\omega CR \gg 1$ la impedenza d'entrata Z risultante tende rapidamente al limite complessivo $\frac{1}{\omega C}$ che non può essere superato. Ogni aumento della R oltre al valore $\frac{1}{\omega C}$, mentre aumenta la caduta della tensione continua applicata alla cellula e fa quindi diminuire la emissione i della cellula, non fa corrispondentemente aumentare la impedenza complessiva Z: la d. d. p. alternata (Zi) applicata alla valvola può risultare quindi diminuita da un aumento della R.

26. - Il massimo valore utile di R viene così limitato dai valori di C e di ω e deve essere tale da rendere $\omega CR \prec 1$. Ma per una riproduzione fedele delle immagini non interessa tanto il valore assoluto dei segnali quanto la loro uniforme amplificazione. È chiaro infatti che affinchè la riproduzione risulti fedele i segnali trasmessi devono mantenere in tutto il tragitto la loro ampiezza relativa, indipendentemente dalla loro lunghezza (o frequenza corrispondente). Ora nella teleidografia la gamma delle frequenze avendo, come abbiamo veduto, dei limiti molto grandi tra f_{max} e f_{min} anche la impedenza anodica risultante e quindi la d. d. p. all'entrata dell'ampiificazione varierà entro limiti molto grandi in corrispondenza della lunghezza (o frequenza) dei segnali, con conseguente distorsione dell'immagine.

Per ridurre tale distorsione ad un valore tollerabile occorre ancora diminuire la resistenza anodica R, in modo che il rapporto tra la massima impedenza $Z_{a\,max}$, corrispondente ad $\omega_{min} = 2\pi f_{min}$ (cioè approssimativamente $Z_{a\,max} \simeq R$) e la minima impedenza, $Z_{a\,min}$, corrispondente alla $\omega_{max} = 2\pi f_{max}$, non sia maggiore ad es. di 1,1 circa.

Posto $\frac{R}{\frac{R}{\sqrt{1 + \omega_{max}^2 C^2 R^2}}} \leq 1{,}1$ si deduce approssimativamente $R \leq \frac{1}{2\,\omega_{max}\,C}$.

Nel sistema Karolus essendo C circa 100 micromicrofarad e

$\omega_{max} = 2\pi\,2500$ ne seguirebbe $R \leq \frac{1}{2.16.10^3.10^2.10^{-12}}$ cioè $R \leq \frac{1}{3}$ di megaohm.

Come si vede, per evitare la distorsione prodotta da una gamma troppo ampia di frequenza diventa necessario ridurre la resistenza di utilizzazione, da 100 megaohm (resistenza teorica = resistenza della cellula), ad $^1/_3$ di megaohm, con corrispondente diminuzione di efficenza del complesso.

27. - Ove fosse possibile ridurre di molto la capacità dei collegamenti e quella interelettrodica, in modo da poter quasi trascurare l'effetto della capacità, il calcolo della resistenza ottima potrebbe farsi come segue.

Supponiamo che la corrente emessa sia rappresentabile dalla equazione $i = f(v, l)$. Si ha sempre $E = Ri + v$ in cui E è la f. e. m. costante della batteria, v la d. d. p. applicata alla cellula, e R la resistenza complessiva di utilizzazione (computandovi eventualmente anche quella dovuta alla presenza della valvola amplificatrice).

Si ha quindi

$$E = R \cdot f(l, v) + v$$

cioè

$$\frac{E - v}{R} = f(l, v)$$

Se l_1 e l_2 sono le due estreme illuminazioni della valvola tra bianco e nero, in corrispondenza di esse si avranno due correnti i_1 e i_2 e due tensioni Ri_1 e Ri_2 applicate alla griglia della valvola amplificatrice.

Lo scopo del dispositivo è quindi di ottenere che sia massima la differenza $R(i_1 - i_2)$, perchè essa rappresenta la doppia ampiezza della parte variabile della d. d. p. applicata alla griglia della valvola amplificatrice.

Per trovare le condizioni di massimo della $R(i_1 - i_2)$ occorrerebbe risolvere rispetto a v le due equazioni

$$\frac{E - v}{R} = f(l_1, v) = i_1$$

$$\frac{E - v}{R} = f\,(l_2,\, v) = i_2$$

dedurre i_1 ed i_2 in funzione di R e calcolare quindi il max di $R\,(i_1 - i_2)$ al variare di R.

Se si possono tracciare le due curve $f\,(l_1,\, v)$ e $f\,(l_2,\, v)$ (fig. 19) la soluzione si può facilmente trovare graficamente. In tale caso infatti, posto cot $\alpha = R$, basterà tirare dall'estremo E della f. e. m. applicata E, una retta inclinata di α sull'asse delle v, per ottenere i due punti di incontro P, e Q di lavoro, corrispondenti alla resistenza R ed alla f. e. m. E.

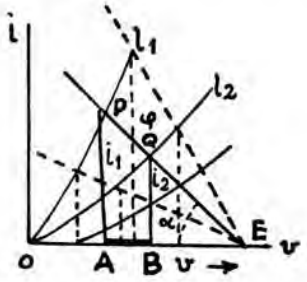


FIGURA 19.

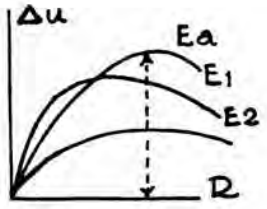


FIGURA 20.

Si ha infatti:

$$i_1 = \overline{PA} = f\,(l_1,\, \overline{OA}) = f\,(l_1,\, v_1) = \overline{AE}\ \mathrm{tg}\ \alpha =$$

$$= (OE - OA) \cdot \frac{1}{R} = \frac{(E - v_1)}{R}$$

$$i_2 = \overline{QB} = f\,(l_2,\, v_2) = \overline{EB}\ \mathrm{tg}\ \alpha = (OE - OB) \cdot$$

$$\cdot \frac{1}{R} = \frac{E - v_2}{R}$$

quindi $\overline{AE} = R\, i_1$ e $\overline{BE} = R\, i_2$.

Se si indica con u la d. d. p. alla griglia della valvola amplificatrice si ha

$$AB = R\,(i_1 - i_2) = \Delta\, u$$

Tirando varie rette di varia inclinazione da vari punti OE si può ricavare una famiglia di curve aventi per ascisse le R, per ordinate le $\Delta\, u$ e per parametro le E (fig. 20).

Si potrà così trovare quali sono i valori di E e di R che danno la max variazione Δu per la variazione considerata di illuminazione da l_1 a l_2. La E deve essere però in ogni caso minore della tensione di accensione della cellula.

La R ottima così calcolata dovrà essere paragonata con la impedenza offerta dalla capacità del collegamento cellula-valvola per la massima frequenza f da trasmettere. Se C è tale capacità, compresi i collegamenti e la capacità d'ingresso della griglia della valvola amplificatrice, sarà

$$Z = \frac{1}{2\pi f_{max} C.}$$

Se la R ottima calcolata graficamente risultasse maggiore di Z essa non potrà essere adottata con vantaggio, come si è visto nei

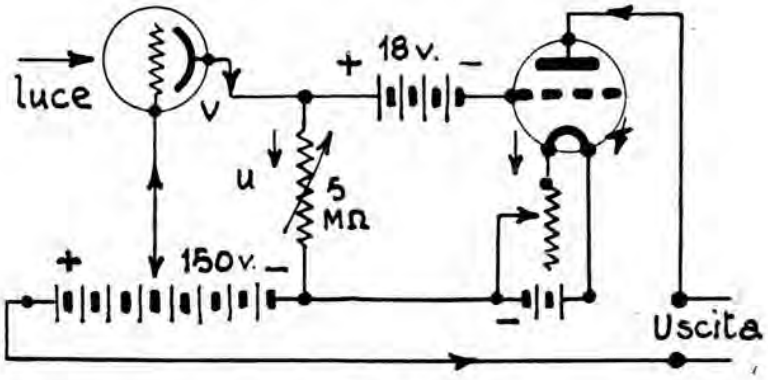


FIGURA 21.

numeri precedenti. Se invece la R risultasse nettamente inferiore alla Z, essa potrà essere senz'altro impiegata.

Lo studio potrebbe eventualmente prendere in considerazioni vari intervalli della illuminazione l_1 e l_2 per un esame più dettagliato del fenomeno, specialmente in vista alle eventuali distorsioni dovute alla non linearità della dipendenza della Δu dalla Δl.

La figura 21 dà lo schema di un collegamento tra cellula fotoelettrica e relativa valvola amplificatrice.

28. - Praticamente si possono ottenere risultati soddisfacenti variando successivamente la R e verificandone l'effetto. Dalle esperienze eseguite dai Magg. ROSSONI e RAVAZZONI, della Officina

Radio del Genio Militare risulta che mentre l'aumento dà 0,3 Ω a 2 Ω accresce notevolmente il rendimento del dispositivo, dopo 2 megaohm non si ha in genere vantaggio ad aumentare la resistenza di utilizzazione. Ciò indica che la $Z = \frac{1}{\omega C}$ è di quell'ordine di grandezza.

Poichè nei casi trattati dai due esperimentatori le frequenze max erano dell'ordine di 2500 p/sec., ponendo

$$Z = \frac{1}{2\pi \cdot 2500\, C\,\mu\mu f \cdot 10^{-12}} = 2 \cdot 10^{6} \text{ ohm}$$

si ottiene

$$C = \frac{1}{10\,000\,\pi \cdot 10^{-6}} \simeq 32\ \mu\mu F$$

Cioè la capacità del complesso di collegamento cellula-valvola risulta dell'ordine dei 30 $\mu\mu F$, ciò che è molto verosimile.

NOTA N. 2.

Sulla modulazione ottica e sulla amplificazione delle correnti fotoelettriche.

29. - Tenuto conto della necessità di una frequenza portante per la trasmissione sui cavi telefonici (che dal punto di vista commerciale si presenta come una delle principali applicazioni teleidografiche) il Karolus ha pensato di introdurre la frequenza portante addirittura nella corrente fotoelettrica, facendo in modo cioè che la corrente uscente dalla cellula sia già costituita da un'onda portante modulata. Ciò è stato ottenuto mediante un disco forato disposto tra la sorgente luminosa e la immagine da riprodurre; nella rotazione rapida del disco, la luce arriva sulla immagine solo in modo intermittente, quando cioè un foro si presenta tra la sorgente e l'immagine, ed è intercettata negli intervalli tra un foro e il successivo.

La emissione elettronica riesce in tal modo intermittente e pulsante, ogni pulsazione avendo l'ampiezza corrispondente alla chiarezza della immagine illuminata.

Naturalmente la frequenza delle pulsazioni (misurata dal prodotto della velocità angolare del disco pel numero dei fori del medesimo) deve essere abbastanza alta affinchè il più piccolo segno della immagine $\left(\frac{1}{5}\text{ mm.}\right)$, non possa capitare tra due sprazzi consecutivi e venire così omesso nella riproduzione.

Sono stati fatti vari esperimenti per determinare la minima frequenza delle pulsazioni ed è risultato che una frequenza doppia di quella massima f_{max} della immagine, è sufficiente per una riproduzione abbastanza nitida e dettagliata delle immagini; ciò equivale a dire che il minimo tratto ammissibile nella immagine avrà in ogni caso almeno uno sprazzo di luce che lo rivela.

Così nel caso che la massima frequenza teleidografica sia 2500 la frequenza degli sprazzi dovrà essere almeno di 5000 al secondo.

30. - L'adozione di un tale sistema di modulazione presenta, secondo la Telefunken, notevoli vantaggi e cioè:

a) - la modulazione dell'onda portante a mezzo degli impulsi teleidografici può sempre raggiungere in questo caso matematicamente il 100 %, poichè la corrente portante si può sempre ridurre a zero in corrispondenza dei neri della immagine.

Se la corrente portante fosse prodotta a parte con un generatore a valvola, è chiaro che occorrerebbe regolarne l'ampiezza sull'ampiezza della corrente modulante teleidografica, in modo da evitare da una parte, che la modulazione sia troppo scarsa ed inefficente, e, dall'altra, che essa sia eccessiva e quindi che produca delle distorsioni inammissibili nella trasmissione. Col disco forato questa regolazione è automatica e la corrente portante ha sempre esattamente l'ampiezza proporzionale alla tonalità della immagine, cioè è modulata in modo perfetto da questa.

b) - La corrente generata dalla cellula avendo già una elevata frequenza portante, lo spettro complessivo delle frequenze della corrente stessa avrà dei limiti molto più vicini, essendo le frequenze massima e minima nel rapporto circa da 1 a 3 come abbiamo già visto (da $5000 + 2500 = 7500$ a $5000 - 2500 = 2500$). La distorsione di frequenza sarà così molto meno sentita e ciò permetterà da una parte di utilizzare dei cavi telefonici più lunghi, e, dall'altra di

impiegare sulla cellula fotoelettrica delle resistenze anodiche più elevate ed ottenere amplificazioni maggiori.

Nel caso considerato abbiamo già visto che la emissione diretta senza disco forato richiede per R il massimo valore $^1/_3$ megaohm per $f_{max} = 2500$. È facile verificare che la modulazione col disco, per lo stesso rapporto tra Z_{max} e Z_{min}, permette di impiegare oltre 1 megaohm e di triplicare così la tensione di ingresso nell'amplificatore.

La illuminazione intermittente permette quindi di diminuire il numero degli stadi di amplificazione, perchè il 1° stadio ha un maggiore rendimento.

c) - La illuminazione intermittente della cellula permette di portare la tensione anodica molto vicino al potenziale di ionizzazione della celluta e di utilizzare così una caratteristica più ripida tra luce ed emissione. Così con una cellula avente 141 volta di potenziale di ionizzazione si può usare un potenziale anodico di 135 Volta. Con la illuminazione continua della cellula l'usare un potenziale così vicino a quello di accensione non sarebbe possibile perchè esso darebbe luogo ad una emissione eccessivamente intensa e quindi troppo instabile e irregolare, e vi sarebbe inoltre la possibilità di accensione della cellula. Ciò dipende dal fatto che il potenziale di accensione (o di ionizzazione) non è una costante della cellula, ma diminuisce col crescere della intensità della illuminazione; non si può quindi impiegare il metodo della illuminazione costante se non abbassando il potenziale anodico, e cioè riducendo la corrente emessa, come risulta dalla curva caratteristica (fig. 22).

Possiamo dare qualche cifra esplicativa. Riferendosi alla figura 23 se Jo è la corrente che si ottiene con la illuminazione continua, la corrente efficace dovuta alla illuminazione intermittente, quando (proporzionando bene la distribuzione e le dimensioni dei fori sul disco) si ottiene una successione quasi uguale di illuminazione e di oscuramento, viene ridotta da Jo a $\sqrt{\frac{3}{8}}\, Jo = 0{,}61\, Jo$ (1). La cor-

(1) Infatti $i^2_{eff} = \frac{1}{T}\int_0^T \left(\frac{Jo}{2}\left(1 + \cos 2\pi \frac{t}{T}\right)\right)^2 dt = \frac{3}{8} Jo^2$

rente media viene pure ridotta da Jo a $\frac{Jo}{2}$ e la intensità efficace della parte alternata diventa $\frac{Jo}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0{,}35\ Jo$. La fatica della cellula è quindi ridotta in proporzione.

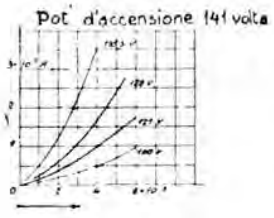


FIGURA 22.

Caratteristica della cellula fotoelettrica Telefunken.

Con la illuminazione intermittente in sostanza la cellula lavora di meno, perchè viene illuminata solo a sprazzi, e ciò permette di rendere l'illuminazione istantanea più intensa e di risparmiare la cellula, la quale ha così una vita più lunga e più regolare.

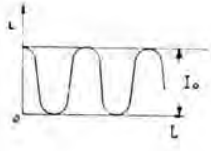


FIGURA 23.

31. - Indipendentemente dall'amplificazione vera e propria della corrente, per aumentare la efficacia della emissione fotoelettrica il Karolus applica alla cellula una debole illuminazione iniziale che ha per effetto di portare il punto di lavoro della cellula nella parte più ripida e più rettilinea della caratteristica luce-corrente. Così, come si vede nella figura 24, la emissione elettronica risulta più ampia e più esattamente proporzionale alla illuminazione della cellula.

La corrente fotoelettrica così ottenuta equivale alla somma di due correnti, della quale una è alternata con l'ampiezza uguale alla metà dell'ampiezza che si otterrebbe (per effetto delle tonalità della

immagine) con la eccitazione senza ruota forata, e di cui la frequenza è misurata dal prodotto del numero dei fori della ruota pel numero dei giri al secondo; ed una parte variabile (indicata come corrente media nella figura 24, di cui l'ampiezza dipende dalla preilluminazione e dalle variazioni di tonalità della immagine. Questa parte di relativa bassa frequenza viene poi filtrata nelle successive amplificazioni (a capacità o ad induttanza, od a trasformatore), cosicchè alla uscita dell'amplificatore la corrente ottenuta sarà semplicemente alternata, di ampiezza proporzionale alla tonalità della immagine e di frequenza dipendente dal numero dei fori e dalla velocità della ruota forata. Essa sarà dunque una corrente alternata modulata dalla corrente teleidografica.

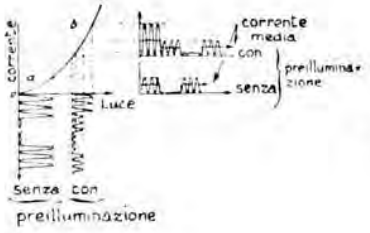


FIGURA 24.

32. - L'amplificatore a 5 valvole usato dalla Telefunken comprende dopo i due primi stadi a resistenza e capacità, uno stadio ad induttanza ed uno stadio a trasformatori. Sono pure impiegati dispositivi smorzatori per meglio uniformare l'amplificazione delle varie frequenze e ridurre così il noto effetto di distorsione dovuto alla risonanza degli amplificatori a trasformatore. Questi infatti senza i detti dispositivi smorzatori darebbero un massimo di efficacia per la frequenza propria del circuito, comprendente la induttanza del trasformatore e la capacità griglia-filamento e quella propria del trasformatore.

Gli ultimi due stadi sono ad induttanza ed a trasformatore e dopo questo la corrente ha una sufficente ampiezza per essere inviata sui cavi. La figura 25 mostra lo schema e la figura 26 il prospetto dell'amplificatore Telefunken. La figura 27 mostra la caratteristica di distorsione dello stesso amplificatore secondo la

Telefunken: essa è evidentemente esuberantemente equilibrato per tutta la gamma utile delle frequenze teleidografiche.

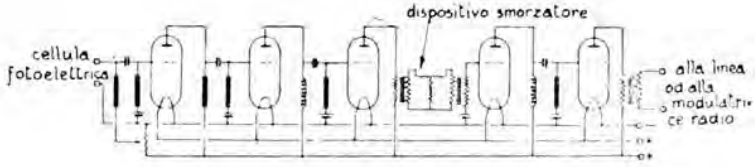


FIGURA 25.

Schema dell'amplificatore Telefunken per correnti fotoelettriche teleidografiche.

Nel caso della trasmissione per radio, all'uscita nell'amplificatore la corrente può essere mandata alla valvola di modulazione

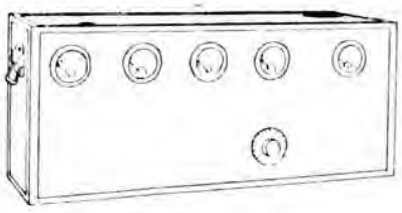


FIGURA 26.

Amplificatore Telefunken per le correnti fotoelettriche teleidografiche.

del generatore radio. In tale caso la emissione radio viene ad avere una doppia modulazione e cioè la modulazione teleidografica e

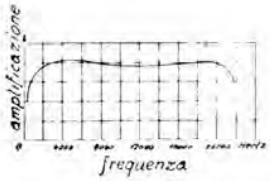


FIGURA 27.

Caratteristica di distorsione dell' amplificatore Telefunken per teleidografia.

quella della ruota forata. Vedremo come questa doppia modulazione non sia sempre vantaggiosa.

NOTA N. 3.

Sulla trasmissione radio delle correnti teleidografiche.

33. - Per la trasmissione per radio si possono usare due metodi, che si possono chiamare metodo telefonico e metodo telegrafico.

Il metodo telegrafico (fig. 28) appropriato per la trasmissione del bianco-nero (cioè scritti, schemi, ecc.) consiste nell'utilizzare la corrente teleidografica (comprendente solo alternative di corrente

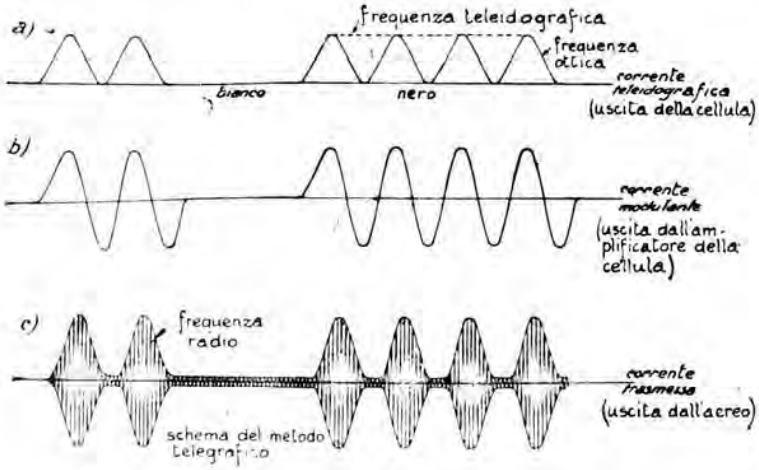


FIGURA 28.

massima e di corrente nulla), per manipolare la corrente portante come usasi in telegrafia nella manipolazione Morse. Combinando opportunamente gli amplificatori si potrà ottenere che in corrispondenza dei tratti bianchi della immagine non vi sia corrente sull'antenna ed in corrispondenza dei tratti neri vi sia corrente di ampiezza uniforme per tutto il tempo che dura il tratto nero. Naturalmente se la corrente teleidografica è modulata (con la ruota forata o elettricamente) la corrente radio sarà doppiamente modulata.

Il metodo telefonico (fig. 29) più adatto per trasmissione di immagini sfumate (fotografie), consiste nel fare emettere dalla

stazione, analogamente a quanto avviene nella radiotelefonia, una onda portante, di ampiezza media costante in corrispondenza del bianco puro (o del massimo nero) e di ampiezza variabile in corrispondenza alle varie sfumature di tinta della immagine.

Se la corrente teleidografica è già modulata la corrente radio riuscirà anche qui doppiamente modulata.

Col 1° metodo, telegrafico, considerato che la corrente, quando c'è, ha un'ampiezza costante, è possibile l'impiego dei ricevitori telegrafici ed eterodina il che avvantaggia molto la ricezione.

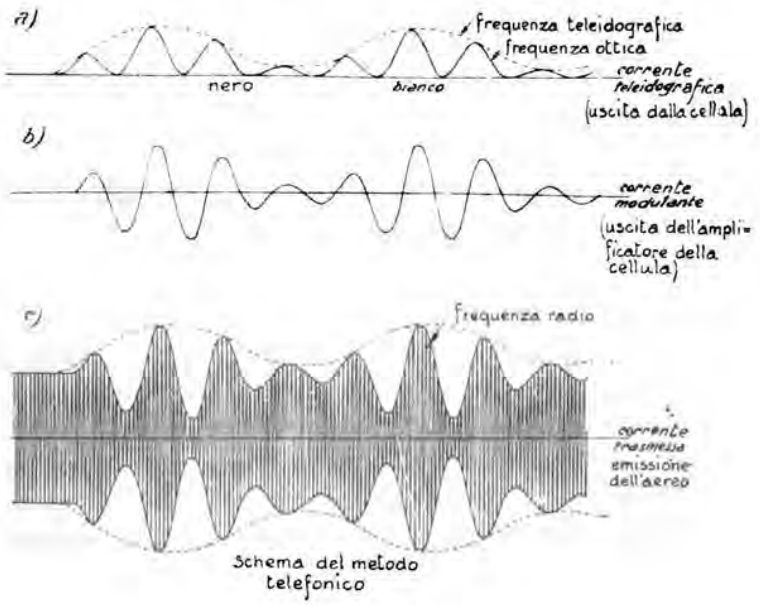


FIGURA 29.

Nella ricezione del 2° metodo, dovendosi rivelare delle correnti d'ampiezza continuamente variabile, e perciò contenente molte frequenze componenti, non è possibile, come in radiotelefonia, impiegare la eterodina. La ricezione riesce quindi meno efficente, mentre che la potenza di trasmissione deve essere molto maggiore a parità di ampiezza di corrente modulante, come risulta dal paragone delle linee *c*) delle figure 28 e 29.

Col metodo telefonico si ha la possibilità di ottenere tutte le sfumature più delicate della immagine, ma la efficienza della trasmissione, e quindi la portata, diminuisce grandemente.

Col metodo telegrafico si ottengono solo i due toni, bianco e nero, ma la portata viene molto aumentata. Questo è quindi il metodo più indicato per la trasmissione di scritti e schemi in cui non vi siano troppe delicate sfumature di tonalità.

Il metodo telefonico non differisce sostanzialmente dal metodo di modulazione microfonica ordinaria; la corrente teleidografica uscente dall'amplificatore terminale della cellula fotoelettrica può infatti modulare con uno dei sistemi ordinari la emissione di una stazione radio come se fosse una corrente microfonica.

Il metodo telegrafico esige invece l'annullamento della corrente d'antenna durante i tratti bianchi (o neri) della immagine, cioè in corrispondenza della massima (o minima) emissione della cellula fotoelettrica, e ciò richiede qualche speciale accorgimento.

34. - Riferendosi al metodo telegrafico ed alla ricezione con la cellula di Kerr, si deve osservare che due strade si presentano, a questo punto, secondochè si vuole ottenere l'emissione radio in corrispondenza del bianco oppure del nero della immagine. Infatti alla ricezione si otterrà corrente in aereo, e quindi tensione della cellula Kerr, solo in corrispondenza delle emissioni della trasmissione; e poichè la cellula lascia passare luce solo quando è eccitata, ne segue che la prova fotografica ricevente sarà in definitiva annerita dalle emissioni di corrente e sarà bianca negli intervalli. Se quindi si vuole ottenere una prova positiva occorrerà che la emissione si abbia in corrispondenza dei neri della immagine da trasmettere, e viceversa, in corrispondenza dei bianchi, se si vuole una negativa.

Entrambi i modi si possono facilmente realizzare impiegando un numero pari o dispari di amplificazioni a semplice resistenza prima della valvola modulatrice della corrente radio, e ciò perchè negli amplificatori a semplice resistenza (fig. 30) la tensione di griglia della valvola varia in modo inverso della tensione di griglia della valvola precedente o seguente; al massimo dell'una corrisponde il minimo dell'altra e viceversa. In tali amplificatori infatti, alla *massima* corrente di placca di una valvola corrisponde la

massima caduta di tensione nella relativa resistenza, e quindi il massimo negativo di griglia della valvola successiva e la *minima* corrente nella placca di quest'ultima.

35. - Per ottenere una negativa si impiegherà un numero dispari di amplificazioni e si potrà anche usare la modulazione ottica della corrente teleidografica. Regolata la tensione di riposo della griglia della valvola modulatrice in prossimità della tensione di interdizione, ad ogni aumento della corrente fotoelettrica (bianco della immagine) corrisponderà in tale caso un aumento nella tensione di griglia della modulatrice e la conseguente emissione di un treno di oscillazioni.

Nel caso che sia impiegata anche la modulazione ottica si otterrà, in corrispondenza dei bianchi, una corrente radio modulata con la frequenza della ruota forata (fig. 28). Ciò potrà riuscire di qualche complicazione. Infatti la corrente radio corri-

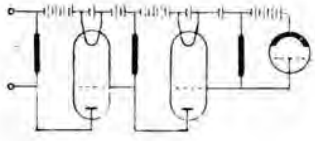


FIGURA 30.

Amplificatore a resistenza.

spondente al bianco (supposto di tonalità costante), pel fatto della modulazione ottica, equivale alla sovrapposizione di tre correnti ciascuna di ampiezza costante ma di frequenza diversa, e cioè: una di frequenza radio, una di frequenza radio più modulazione; una di frequenza radio meno modulazione. Impiegando alla ricezione una eterodina queste tre correnti darebbero alla ricezione tre frequenze diverse di battimenti, che dovrebbero poi essere tutte amplificate con uguale efficenza. Il sistema diventa un pò delicato e sembra perciò preferibile evitarlo o disponendo per l'amplificazione diretta della corrente fotoelettrica senza modulazione ottica, oppure rettificando la corrente modulata otticamente dopo l'amplificazione e prima della modulazione radio. In tal modo si otterrebbe solo delle emissioni di correnti di un'unica frequenza radio e di ampiezza costante in tutto analoghe alle ordinarie emissioni radiotelegrafiche ad O. P. e quindi di facile ricezione col solito metodo dell'eterodina.

36. - Per ottenere una positiva la questione è più complicata e cioè: se non si usa la modulazione ottica si può ottenere la emissione radio in corrispondenza dei neri impiegando un numero pari di amplificatori a resistenza, in modo che la griglia della valvola modulatrice abbia la minima tensione in corrispondenza della massima emissione della cellula (bianchi) e la massima in corrispondenza dei neri. Regolando la minima tensione presso il punto di interdizione si otterrà la emissione solo durante i neri.

Se però si volesse adoperare la modulazione ottica ed ottenere ugualmente una positiva in ricezione ci si troverebbe di fronte ad una difficoltà, pel fatto che la modulazione ottica dà sempre luogo ad una corrente alternata di massima ampiezza in corrispondenza dei bianchi della immagine, e di minima ampiezza in corrispondenza dei neri, al contrario di quanto occorre. Per ottenere la massima corrente in corrispondenza dei neri occorre perciò adottare qualche dispositivo di compensazione, ad es. mediante un'altra cellula che sia pure modulata dalla stessa ruota forata ma che sia esposta a luce bianca permanente, anzichè alla illuminazione variabile della immagine.

Mettendo in opposizione le due cellule ad esempio con lo schema della figura 31, si potrà ottenere la corrente alternata massima in corrispondenza dei neri e la minima in corrispondenza dei bianchi.

La modulazione si potrà in questo caso fare dopo un numero dispari di amplificazioni a resistenza, come nel caso della ricezione negativa, e regolando la tensione di griglia della valvola modulatrice in modo che vi sia interdizione in corrispondenza della minima emissione risultante (bianchi).

37. - Col metodo telegrafico, invece di amplificatori di resistenza, che conservano il loro carattere alle correnti pulsanti, si possono anche impiegare amplificatori misti a capacità e resistenza, o ad induttanza e resistenza, che sono più efficenti ma che trasformano le correnti pulsanti in alternate. In tale caso, per sopprimere la corrente d'antenna in corrispondenza dei tratti neri o bianchi della immagine occorre ancora disporre o per la rettificazione della modulazione ottica, riottenendo una tensione pulsante alla griglia

modulatrice; oppure applicare una esagerata sovramodulazione, abbassando molto la tensione della griglia modulatrice e ottenere così una emissione solo in corrispondenza delle pulsazioni positive della corrente teleidografica e esattamente nessuna emissione negli intervalli; oppure ancora, accontentarci di una modulazione solo un

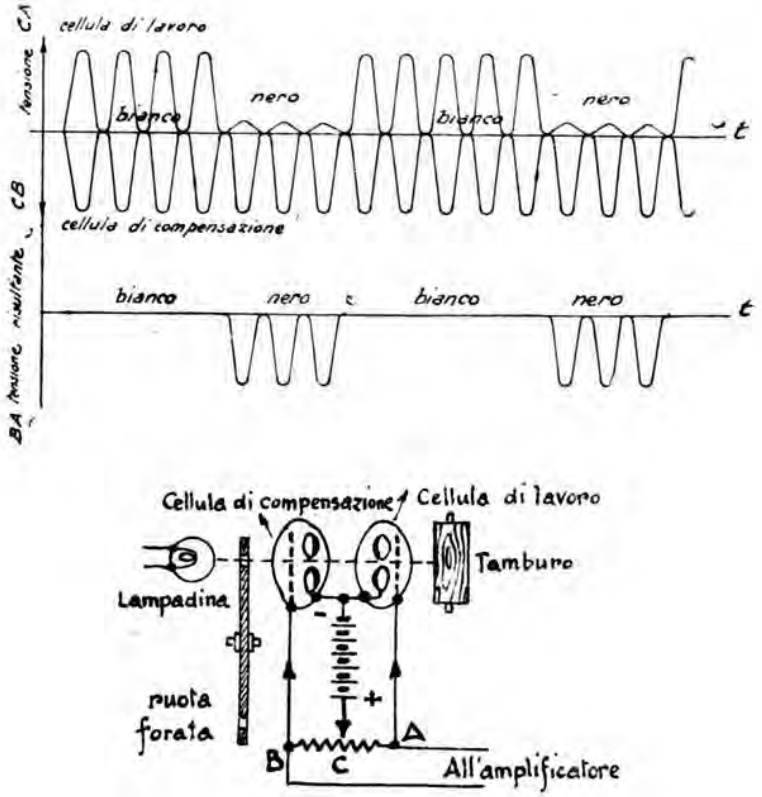


FIGURA 31.

Dispositivo di compensazione per ottenere immagini positive.

poco spinta (con minore abbassamento della tensione della griglia modulatrice) e tollerare una piccola corrente d'aereo anche negli intervalli in cui la corrente d'aereo dovrebbe essere nulla.

Questo è il metodo più adatto ed il risultato è quello indicato nella figura 28.

38. - Come risulta da queste considerazioni, l'applicazione della modulazione ottica, se presenta dei vantaggi per l'amplificazione ed il buon funzionamento della cellula, complica notevolmente la trasmissione e la ricezione radio delle correnti teleidografiche. Essa è senz'altro vantaggiosa nella trasmissione sui cavi telefonici dove è in ogni caso necessaria una modulazione a frequenza relativamente bassa, ma sembra superflua nel caso della trasmissione sui fili e alquanto fastidiosa nel caso delle trasmissioni radio.

Questa opinione mi sembra inoltre rafforzata dal fatto che l'aggiunta della modulazione ottica implica un allargamento della banda delle frequenze trasmesse e quindi non solo limita il numero delle trasmissioni radio indipendenti, ma introduce altresì una più o meno sentita distorsione di frequenza nociva alla perfezione della riproduzione della immagine. Quest'ultima considerazione acquista poi una speciale importanza se si vogliono raggiungere velocità notevoli di trasmissione, come risulta dalla Nota N. 4.

NOTA N. 4.

Sulla velocità della trasmissione teleidografica.

39. - Possiamo osservare, richiamandoci anche a quanto abbiamo veduto alla Nota N. 1, che quando la trasmissione teleidografica deve avvenire sui cavi telefonici o, peggio, telegrafici, questi avendo delle frequenze critiche relativamente basse (che sono dell'ordine di 2500 ÷ 6000 pei cavi telefonici pupinizzati, da 50 ÷ 100 e anche meno pei telegrafici e molto meno ancora pei cavi sottomarini), la velocità di trasmissione riesce ridotta in proporzione. Infatti la massima frequenza della banda trasmessa dovendo risultare minore della frequenza critica del mezzo di trasmissione, ne risulta limitata la massima frequenza teleidografica, che come abbiamo visto, è data da $f_{max} = \frac{\pi\, nd}{2\, l}$. Si deve dunque ridurre il diametro del tamburo o la sua velocità, o aumentare le dimensioni del minimo segno ammissibile (e diminuire quindi la finezza della riproduzione) fino a che sia $f_{max} \ll f_{critico}$.

Possiamo qui osservare che il tempo occorrente per trasmettere una immagine comprendente una lunghezza L di tamburo, p essendo il passo dell'elica esplorante ed n il numero di giri a secondo, e ricordando che $f_{max} = \frac{\pi\, dn}{2\, l}$ è dato da

$$T'' = \frac{L}{pn} = \frac{\pi\, d \cdot L}{p \cdot 2\, l \cdot f_{max}}.$$

Dovendo quindi essere $f_{max} \ll f_{critico}$ ne risulterà

$$T'' \gg \frac{\pi\, d \cdot L}{2 \cdot p \cdot l \cdot f_{crit}}$$

da cui si può dedurre, per la velocità v di trasmissione della immagine in centimetri di tamburo per minuto primo, la espressione:

$$\frac{60\, L}{T''} = v \ll \frac{120 \cdot p \cdot l \cdot f_{crit}}{\pi\, d}.$$

Quanto minore sarà la frequenza critica del mezzo di trasmissione e tanto minore sarà dunque la velocità di trasmissione della immagine.

40. - Nella emissione per radio la limitazione nella velocità di trasmissione è data dalla ampiezza ammissibile per la banda delle frequenze di trasporto.

Anche ammettendo di rettificare e filtrare la modulazione ottica (o evitandola se si ritenesse più opportuno), la larghezza F della banda da trasmettere sarà sempre il doppio della frequenza massima della corrente teleidografica (f_{max}). La velocità della trasmissione sarà quindi data, sempre in centimetri di tamburo per minuto primo, della espressione:

$$\frac{60\, L}{T''} = v = \frac{120 \cdot p \cdot l}{\pi\, d}\, f_{max} = \frac{60 \cdot p \cdot l \cdot F}{\pi\, d}$$

dalla quale si può dedurre la ampiezza F della banda delle frequenze radio trasmesse, corrispondente alla velocità desiderata di v centimetri di immagine per minuto primo, essa è $F = \frac{\pi\, v\, d}{60\, l\, p}$.

Si vede che sotto questo punto di vista le onde corte, cioè le altissime frequenze radio, sono le più indicate, poichè risentendo,

in minore misura delle frequenze più basse, l'effetto di una data variazione di frequenza, possono ammettere bande *F* più larghe e quindi consentire velocità maggiori. Una parte di questo vantaggio sembra però annullato dalla maggiore tendenza al fading (evanescenza) propria delle onde corte.

41. - Possiamo concludere queste considerazioni con la constatazione che il mezzo di trasmissione teleidografico più indicato, sotto questo riguardo, è costituito dalle linee di fili aerei, a causa della loro minima costante di tempo e conseguente massima frequenza critica, che consente, fino a distanze considerevoli (oltre 100 Km.), la trasmissione pura e semplice della corrente teleidografica senza modulazione di alcun genere.

La trasmissione sui fili telegrafici aerei (che sono tanto impiegati in guerra) non presenta alcun inconveniente tecnico anche per velocità di trasmissioni molto superiori a quelle impiegabili per radio. Nessuna difficoltà si ha infatti sulle linee aeree ad elevare la frequenza teleidografica fino a 7 ÷ 8 mila periodi/secondo, ottenendo così delle trasmissioni celerissime, nelle quali le limitazioni di celerità possono provenire solo da difetti inerenti agli apparati teleidografici, e non dalle difficoltà del mezzo di trasmissione.

NOTA N. 5.

Sulla ricezione teleidografica colla cellula di Kerr-Karolus.

42. - Probabilmente il punto in cui più netta si manifesta la differenza tra il sistema teleidografico Karolus-Telefunken e gli altri stà nella parte ricevente, che utilizza, com'è noto, l'effetto elettro-ottico di Kerr, per modulare, mediante una azione elettrica, la emissione luminosa di un opportuno sistema ottico.

Il sistema ottico è costituito com'è noto (fig. 32) da due nikol coassiali e incrociati, tra i quali si trova la cellula Kerr-Karolus.

La luce di una intensa sorgente luminosa puntiforme viene inviata lungo l'asse del 1° nikol (polarizzatore), d'onde esce polarizzata secondo un piano passante per l'asse del sistema ottico ma

inclinato di 45° sull'orizzonte. La luce polarizzata attraversa così la cellula di Kerr. In assenza di azione elettrica la luce esce dalla cellula senza alcuna modificazione ed incide sul secondo nikol (analizzatore), il quale è pure disposto sull'asse ottico del sistema e col piano principale di polarizzazione inclinato di 45° sull'orizzonte, ma perpendicolarmente al piano del 1° nikol.

In tal modo mancando l'eccitazione elettrica sulla cellula il raggio polarizzato uscente dalla cellula viene completamente estinto dal 2° nikol e nessun effetto luminoso si ottiene alla uscita di esso.

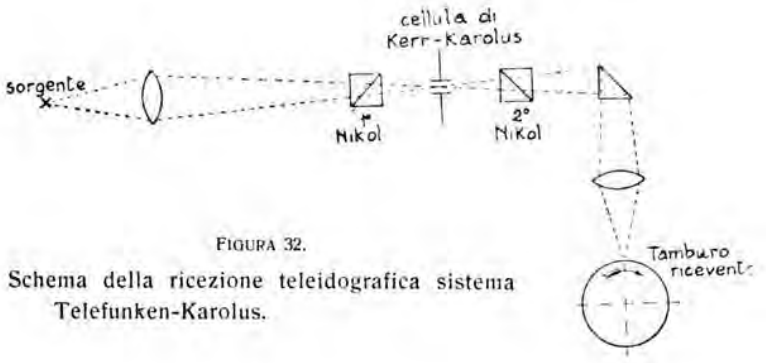


FIGURA 32.
Schema della ricezione teleidografica sistema Telefunken-Karolus.

Per ottenere un effetto luminoso all'uscita del 2° nikol occorre applicare una tensione elettrica alla cellula di Kerr. La luce emergente in tale caso, in virtù dell'effetto Kerr (che verrà spiegato in seguito), attraversa in maggiore o minore misura il 2° nikol e quindi viene concentrata in un punto del tamburo ricevente, sul quale è avvolta la pellicola fotografica e che ruota al sincronismo con il tamburo trasmittente, sul quale è avvolta la immagine. Se ora si fa in modo che la tensione, che nell'apparato ricevente viene applicata alla cellula di Kerr, riesca proporzionale alla tonalità della immagine trasmessa, e che la luce emergente dalla cellula, per effetto di tale tensione applicata, sia pure proporzionale a tale tensione, si sarà ottenuto, in ogni istante, e quindi in ogni punto della pellicola fotografica, un effetto luminoso proporzionato alla tonalità della immagine originale nel corrispondente punto della immagine stessa. La immagine sarà ottenuta alla ricezione come se

venisse successivamente fotografata nei successivi punti che vengono illuminati dal raggio esplorante della trasmissione.

43. - Le condizioni da realizzare sono quindi: *a*) - il sincronismo dei due tamburi ricevente e trasmittente; *b*) - la proporzionalità (almeno approssimata) tra tensione applicata alla cellula di Kerr e tonalità della immagine trasmessa; *c*) - la proporzionalità (almeno approssimata) tra luce emergente dalla cellula e tensione applicata alla stessa.

Abbiamo già veduto che, alla trasmissione, l'onda portante (o la corrente portante) si può, con la buona scelta degli amplificatori, modulare in modo bene proporzionato alla tonalità della immagine. Supposto anche ottenuto il sincronismo, si tratta ora, alla ricezione, di ripristinare la corrente modulante teleidografica, di amplificarla, e di convertirla in tensione modulante da applicare alla cellula. Queste varie operazioni sono compiute dagli amplificatori riceventi, che comprendono due complessi, l'amplificatore di linea e quello della cellula, di cui il 1° è di costituzione molto analoga a quella dei normali dei ricevitori radiotelegrafici.

Se si tratta di trasmissione fatta sui cavi o sui fili aerei con la sola modulazione ottica, o equivalente modulazione elettrica, l'apparato ricevente comprenderà solo un amplificatore che sia bene adatto alla frequenza acustica o poco superiore. Dall'amplificatore di linea la corrente sarà inviata nell'amplificatore della cellula di cui si dirà dopo. L'amplificatore di linea può essere anche superfluo se si tratta di linee brevi od aeree.

44. - Nel caso di trasmissione per radio la questione si complica: l'amplificatore di linea comprenderà in genere una amplificazione ad alta frequenza, nonchè (se l'onda è molto corta) una prima riduzione di frequenza con una eterodina, successiva rettificazione, ed amplificazione intermedia. Se la trasmissione è fatta col metodo telefonico sarà a questo punto necessaria una nuova rettificazione per ottenere la corrente teleidografica, la quale potrà anche essere modulata otticamente. La corrente così ottenuta, che avrà la frequenza della modulazione ottica e ampiezza variabile proporzionalmente alle successive tonalità della immagine, viene poi amplifi-

cata con due o tre stadi di bassa frequenza a trasformatore, e quindi inviata all' amplificatore della cellula. Il collegamento con questo amplificatore potrà avvenire a mezzo di filtri elettrici per arrestare le alte frequenze eventualmente residuate dai circuiti precedenti, che potrebbero alterare la nettezza della immagine.

Nel caso della trasmissione col metodo telegrafico *senza modulazione ottica*, dopo l' amplificazione intermedia e prima della seconda rettificazione si potrà utilmente impiegare una seconda eterodina ed ottenere così, dai battimenti di questa con la frequenza intermedia e dalla successiva rettificazione, una corrente intermittente, conformemente all'alternarsi dei bianchi e dei neri della immagine, e di frequenza udibile che dovrà essere almeno doppia della frequenza massima della immagine.

La corrente così ottenuta subirà l'amplificazione a B. F. come quella ottenuta nel caso della emissione col metodo telefonico dopo la seconda rettificazione.

45. - In definitiva quindi all'amplificatore della cellula Kerr possono giungere soltanto: o correnti modulate otticamente, provenienti da cavi telefonici oppure dalla trasmissione per radio col metodo telefonico; oppure correnti intermittenti, di tonalità musicale, provenienti dalla trasmissione per radio col metodo telegrafico. La semplice corrente teleidografica, non modulata, non è normalmente impiegata nel sistema Karolus-Telefunken.

Le correnti che giungono all'amplificatore della cellula sono quindi sempre alternate, di frequenza udibile o appena superiore all'udibile, e di ampiezza costante ma intermittente (trasmissione telegrafica) oppure di ampiezza continuamente variabile per gradi (trasmissione telefonica).

46. - Qui è necessario osservare che la luce emessa dalla cellula di Kerr, come vedremo meglio in seguito, è approssimativamente proporzionale al quadrato della tensione applicata e che essa emette quindi pochissima luce per tensioni applicate molto deboli. Il Karolus ha perciò pensato di applicare permanentemente alla cellula stessa una tensione continua di circa 200 volta alla quale poi si sovrappone quella alternata proveniente dagli amplificatori, cosicchè

durante la ricezione teleidografica la tensione diventa pulsante, e poichè l'ampiezza della parte alternata raggiunge normalmente circa 150 Volta, così la tensione oscillerà tra 50 e 350 Volta durante i segnali di massima ampiezza e sarà costantemente di circa 200 Volta durante gli intervalli senza segnali.

Come si vede dalla figura 33 (che dà la caratteristica della cellula Karolus-Kerr) la massima luce si ottiene per circa 550 Volta applicati, mentre che sui 200 Volta la luce emessa è appena una piccola frazione ($2 \div 3\ \%$) della massima, e circa $^1/_{10}$ di quella corrispondente alla tensione massima di lavoro di 350 Volta.

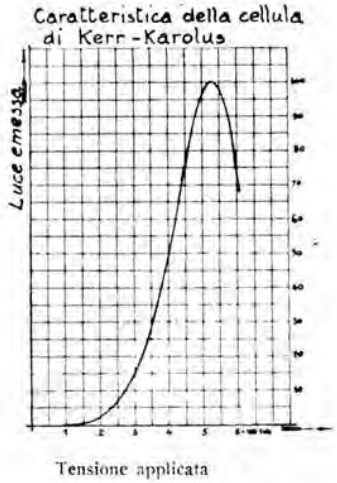


FIGURA 33.

Con questo artificio viene utilizzata la curvatura della caratteristica luce-tensione della cellula per ottenere un effetto rettificatore amplificatore, col solo inconveniente di una leggera illuminazione permanente della pellicola (corrispondente alla tensione di riposo) e quindi di uno sfondo leggermente scuro della immagine ottenuta. Esso per contro produce un altro effetto utile, consistente nel fatto che sotto una tensione costantemente applicata, il liquido della cellula (nitrobenzolo) acquista speciali proprietà isolanti, che riducono notevolmente le perdite dielettriche e la potenza consumata nella cellula.

47. - L'amplificatore della cellula può essere indifferentemente a trasformatore o a resistenza. Nel 1° caso in serie col secondario si

trovano la cellula e la batteria di pile a secco di circa 200 Volta, mentre che nel 2°, la batteria, in serie con la cellula, sarà derivata sulla resistenza anodica.

Nello schema dell' amplificatore-rettificatore ad altalena della figura 34 si utilizzano le due semionde della corrente alternata, ottenendo così un raddoppiamento delle pulsazioni e quindi una successione più fitta dei punti scuri che costituiscono i segni neri della immagine (fig. 34).

Poichè, come si è veduto, la modulazione ottica deve avere una frequenza tale da dare almeno una alternazione nel più sottile segno delle immagini, e poichè anche la frequenza dei battimenti

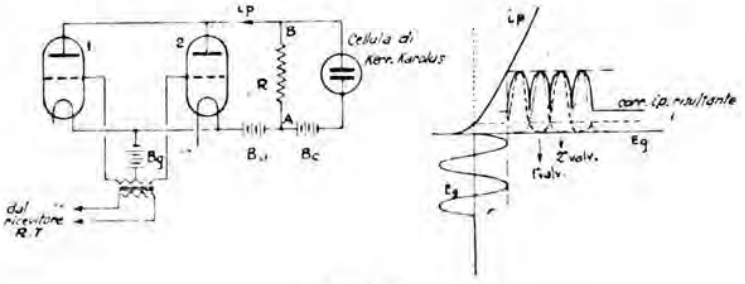


FIGURA 34.

Amplificatore della cellula di Kerr-Karolus.

che si ottengono nella ricezione col metodo telegrafico deve essere almeno doppia della f_{max} della immagine, così si ottengono in ogni caso almeno due punti neri per il più sottile segno della immagine.

48. - Nel caso della emissione telefonica i punti neri dovuti alle alternazioni della corrente dell' amplificatore corrisponderanno a tensioni di ampiezza variabile e quindi ad emissioni ottiche più o meno intense, e riusciranno quindi più o meno scuri in relazione alle variazioni nell'ampiezza della corrente fotoelettrica che, come sappiamo, riproduce le tonalità di tinta della immagine; queste varie tonalità riusciranno quindi riprodotte, più o meno fedelmente, nella immagine ricevuta. Le cause di distorsione delle tonalità sono realmente numerose e difficili di eliminare, non ultima tra queste la caratteristica luce-tensione della cellula che non è affatto lineare

(fig. 33). Col metodo telegrafico i punti neri saranno invece tutti di uguale intensità o formeranno, colla loro successione, i tratti neri, più o meno densi e grossi della immagine. La fedeltà della riproduzione è qui molto più facilmente realizzabile.

49. - Abbiamo detto innanzi che la cellula di Kerr emette luce in proporzione al quadrato della tensione elettrica applicata. Per meglio chiarire questa questione occorre esaminare più in dettaglio il fenomeno di Kerr. Esso consiste essenzialmente nel fatto che alcuni liquidi trasparenti, fra i quali specialmente indicato il nitrobenzolo, quando sono immersi in un campo elettrico intenso acquistano le proprietà di un cristallo uniasse e diventano birifrangenti: un raggio di luce polarizzato, che entri in un tale liquido immerso in un campo elettrico, dà quindi luogo a due raggi, che saranno polarizzati rispettivamente in due piani perpendicolari fra loro, dei quali uno parallelo al campo elettrico e l'altro perpendicolare a questo. I due raggi emergenti sono però, in questo caso, vicinissimi tra di loro e pressochè indistinguibili, cosicchè essi possono considerarsi come costituenti un unico raggio comprendente due moti vibratori tra loro perpendicolari. Inoltre i due raggi acquistano una diversa velocità di propagazione nel liquido, dimodochè alla uscita del liquido stesso essi presentano una differenza di fase φ che si può ritenere misurata dalla relazione di Kerr

$$\varphi = 2\pi \frac{l}{\lambda} K E^2$$

in cui E è l'intensità del campo elettrico nel liquido, K è una costante (di Kerr), l è la lunghezza del percorso nel liquido birifrangente e λ la lunghezza d'onda della luce considerata. Ora è noto che due vibrazioni perpendicolari tra loro e sfasate di un certo angolo equivalgono ad una oscillazione ellittica, ragione per cui dicesi che la luce uscente dal liquido birifrangente è polarizzata ellitticamente. Se in queste condizioni si dispone il 1° nikol (polarizzatore) col suo piano principale inclinato di 45° sulla direzione del campo elettrico applicato alla cellula, questo piano essendo pure quello del raggio entrante nella cellula i due raggi emergenti corrispondenti ad ogni raggio entrante, avranno in tale caso uguale

ampiezza A e potranno rappresentarsi come due vibrazioni, dirette, l'una secondo un asse parallelo al campo elettrico ed avente il valore istantaneo $x = A \operatorname{sen} \omega t$, e l'altra secondo un asse perpendicolare al campo ed avente il valore istantaneo $y = A \operatorname{sen} (\omega t + \varphi)$.

La equazione della ellisse risultante, che si ricava eliminando la t tra le due equazioni, sarà quindi

$$y^2 + x^2 - 2xy \cos \varphi = A^2 \operatorname{sen}^2 \varphi$$

Un tale elisse, com'è noto, può ridursi ad un circolo per $\varphi = \frac{\pi}{2}$ e ad una retta inclinata di 45° sugli assi, a destra o a sinistra, per $\varphi = o$ oppure per $\varphi = \pi$.

Il funzionamento della cellula si può ora spiegare col fatto che riferendo la detta elisse ai due assi bisettori del sistema degli assi precedenti, cioè inclinati di 45° a destra e a sinistra del campo elettrico, i valori istantanei diventano

$$u = \frac{y + x}{\sqrt{2}} = A \sqrt{2} \cos \frac{\varphi}{2} \operatorname{sen} \left(\omega t + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$v = \frac{y - x}{\sqrt{2}} = A \sqrt{2} \operatorname{sen} \frac{\varphi}{2} \cos \left(\omega t + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Ciò significa che il raggio polarizzato ellitticamente, emergente dalla cellula, si può considerare come risultante di due vibrazioni dirette secondo gli assi bisettori suddetti, sfasate di 90° e di ampiezza proporzionale rispettivamente a $\operatorname{sen} \frac{\varphi}{2}$ ed a $\cos \frac{\varphi}{2}$ essendo φ lo sfasamento con cui i due raggi componenti escono dal liquido birifrangente.

Se in queste condizioni, si dispone all'uscita dalla cellula un nikol analizzatore avente il piano principale parallelo all'asse delle v ed alla direzione del raggio, questo nikol estinguerà completamente la vibrazione u e lascerà passare integralmente quella v. Ma poichè l'ampiezza della v è nulla per uno sfasamento φ nullo, così, in assenza della tensione applicata alla cellula, il 2° nikol risulterà incrociato col 1° e vi sarà estinzione completa di luce. A misura poi che col crescere della tensione applicata cresce lo sfasamento φ

per l'effetto Kerr, aumentando, col sen $\frac{\varphi}{2}$, l'ampiezza della vibrazione v, questa passerà in misura sempre maggiore, fino a diventare massima per $\varphi = \pi$; dopodichè comincerà a diminuire al crescere di φ, cioè al crescere della tensione applicata E, fino ad annullarsi nuovamente quando φ raggiunge il valore 2π. Aumentando ancora la E e la φ la luce emergente dal 2° nikol comincerà nuovamente a crescere e poi a diminuire come mostra la figura 35 che dà precisamente la caratterisiica della cellula per una luce monocromatica, cioè costituita da vibrazioni di una sola lunghezza d'onda, come abbiamo finora supposto.

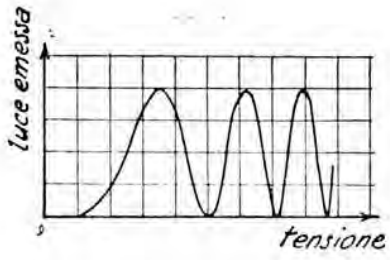


FIGURA 35.

Caratteristica luce-tensione della cellula Kerr-Karolus. (luce monocromatica)

L'ampiezza della vibrazione luminosa emergente dal sistema in tale caso e quindi rappresentabile dalla relazione

$$v = A \sqrt{2}\ \text{sen}\left(\pi \frac{l}{\lambda} K E^2\right)$$

50. - Nella pratica non viene però usata luce monocromatica, ma bensi luce bianca ordinaria, comprendente quindi tutte le onde dello spettro visibile. In conseguenza di ciò data la differente influenza che la stessa tensione ha sulle diverse lunghezze d'onda, come risulta dalla formola di Kerr, non sarà più possibile ottenere nel complesso le successive estinzioni indicate nella figura 35.

L'andamento della caratteristica, come risulta dalle misure della Telefunken è invece quello indicato dalla figura 33 che analiticamente, nel tratto considerato, viene rappresentata approssimativamente, secondo la Telefunken, con la relazione

$$I = B\,(1 - \cos m\,E^2) = \frac{B}{2}\,\mathrm{sen}^2\,\frac{1}{2}\,m\,E^2$$

in cui B e m sono costanti della cellula.

51. - Il fenomeno di Kerr, com' è stato ora descritto, venne utilizzato dalla Telefunken specialmente per opera del Prof. Karolus di Lipsia, il quale è riuscito a renderlo di pratico impiego mediante un'accurata costruzione della cellula, e cioè con la riduzione degli elettrodi e la giudiziosa scelta del liquido attivo (nitrobenzolo), che ha permesso di rendere minime sia la capacità elettrica della cellula, sia il volume del liquido, sia le perdite nel dielettrico. Il Karolus può quindi ottenere, da una parte, dei campi elettrici relativamente intensi con piccolissime potenze applicate e, dall'altra, degli effetti luminosi notevoli anche con tensioni applicate molto minori di quelle originariamente necessarie, che raggiungevano vari kiloVolta. L'applicazione della tensione preventiva continua (da circa 200 Volta) ha poi completato l'opera, elevando la sensibilità della cellula col portare il punto di lavoro presso il ginocchio della caratteristica, col vantaggio inoltre di poter impiegare direttamente le tensioni alternate provenienti dagli amplificatori, senza ulteriore rettificazione, e di conferire infine al nitrobenzolo un maggiore potere isolante ed un conseguente minore fattore di potenza e minori complessive perdite nel dielettrico.

52. - L'impiego della cellula di Kerr, che si può ritenere priva praticamente di inerzia fino alla frequenza di 10^8 periodi al secondo, costituisce indubbiamente una delle caratteristiche più salienti del sistema Karolus.

Essa non sembra tuttavia indispensabile per le applicazioni teleidografiche, dato che anche con il galvanometro a corda si possono, secondo il Prof. KORN, seguire senza eccessive attenuazioni, delle frequenze dell'ordine di 20 000 periodi al secondo, ed ha una concorrente, anche per le maggiori frequenze, nella lampada al neon, che può seguire senza inerzia apprezzabile le frequenze fino a $2 \cdot 10^6$ periodi al sec.

Tuttavia la sua realizzazione costituisce indubbiamente una magnifica affermazione tecnico-scientifica suscettibile di numerose

pratiche applicazioni. La modulazione delle sorgenti luminose per la registrazione fotografica, sulle film, dei suoni per la cinematografia parlante, o per la telefonia ottica (come la telefonia coi raggi u. v. di MAJORANA), nonchè la ricezione della televisione, sono tra le applicazioni più importanti ed immediate.

NOTA N. 6.

Sulla precisione richiesta dal sincronismo locale.

53. - Riferendoci al sistema Telefunken-Karolus in cui le correnti sincronizzatrici sono generate da apposite valvole-diapason, si può osservare che una differenza tra le frequenze dei diapason delle due stazioni, porta di conseguenza che una retta parallela all'asse del tamburo (e quindi parallela al lato orizzontale della immagine) tracciata sulla immagine da trasmettere, verrebbe ricevuta come una retta inclinata sul lato orizzontale della immagine di un angolo proporzionale alla differenza percentuale tra le due frequenze: Si avrebbe cioè:

$$\alpha = \frac{\pi d}{p} \cdot \frac{\Delta f}{f}$$

essendo d il diametro del tamburo, p il passo dell'elica, f la frequenza del posto trasmittente, e $f \pm \Delta f$ quella del posto ricevente. Infatti se il motore trasmittente compie un giro nel tempo T e il ricevente impiega invece il tempo $T + \Delta T$, quest'ultimo segnerà due punti consecutivi (appartenenti ad una retta parallela all'asse del tamburo nell'immagine da trasmettere) con uno spostamento $\Delta l = \pi d \frac{\Delta T}{T}$ e poichè i due punti distano di p lungo l'asse, la inclinazione della retta ricevuta sarà:

$$\alpha = \frac{\Delta l}{p} = \frac{\pi d}{p} \cdot \frac{\Delta T}{T}.$$

Se ora si indica con P il numero di coppie di poli del motore sincrono e con ν il rapporto di riduzione del numero dei giri tra

motore e tamburo, la frequenza del motore sarà $f = P\,v\,n$ e poichè $n = \frac{1}{T}$ sarà $f = \frac{P\,v}{T}$ e quindi $\frac{\Delta T}{T} = -\frac{\Delta f}{f}$.

In valore assoluto si ha dunque:

$$\alpha = \frac{\pi\, d}{p} \cdot \frac{\Delta f}{f} \qquad \text{c. s. v. d.}$$

Nel sistema Telefunken essendo $d = 200$ mm. e $p = \frac{1}{5}$ mm. risulta

$$\alpha = 1000 \cdot \frac{\Delta f}{f} .$$

Di conseguenza se si esige che sia $\alpha < \frac{1}{100}$ deve essere

$$\frac{\Delta f}{f} < \frac{1}{100\,000} .$$

Ad evitare immagini deformate, o continue regolazioni del sincronismo, è quindi necessario che la frequenza dei due diapason sia garantita contro variazioni dell'ordine di $\frac{1}{100\,000}$ nella frequenza, durante un giorno almeno.

54. - Il sistema della valvola-diapason, adottato dal Karolus, col diapason protetto da ogni variazione di temperatura e con la generazione di correnti debolissime che producano vibrazioni debolissime del diapason, permetterebbe, secondo il Karolus, di ottenere la costanza di frequenza richiesta. Le esperienze fatte in proposito dal Karolus, e controllate mediante osservazioni astronomiche, avrebbero dimostrato che questo sistema supera in costanza i migliori sistemi e che promette quindi applicazioni importanti nelle misure di grande precisione del tempo.

Norme della A. E. I. nell'impiego dei simboli e delle notazioni

(Tassative per le Amministrazioni Statali)

PREMESSA.

Avviene frequentemente di leggere negli articoli tecnici, nelle relazioni, nelle istruzioni ecc., i nomi delle unità elettriche fondamentali deformati, talvolta in modo inverosimile, oppure delle notazioni arbitrarie e contrarie all'uso generale.

Crediamo quindi di fare opera utile riportando le norme che in proposito sono state concretate dalla " Associazione Elettrotecnica Italiana „ e quindi adottate ufficialmente dalle Amministrazioni Statali. Tali norme sono state qui semplicemente completate in alcuni punti, che sono indicati con un asterisco (*).

REGOLE RELATIVE ALLE GRANDEZZE

a) I *valori istantanei* delle grandezze elettriche variabili col tempo si indicano con lettere minuscole, munite eventualmente, in caso di ambiguità, dell'indice « *t* ».

b) I *valori efficaci* o *costanti* sono indicati con lettere maiuscole.

c) I *valori massimi* delle grandezze elettriche o magnetiche periodiche sono indicati con lettere maiuscole munite dell'indice « *m* ».

d) Qualora fosse conveniente distinguere le grandezze magnetiche, costanti o variabili, dalle elettriche, le prime saranno indicate con lettere in rotondo, grassetto, o di tipo speciale. Le lettere rotonde non possono essere usate che per le grandezze magnetiche.

e) Gli *angoli* sono indicati con lettere greche minuscole.

f) Le grandezze senza dimensioni e le grandezze cosidette « specifiche » saranno indicate per quanto è possibile con lettere greche minuscole.

1) Gli esponenti in cifre arabe rappresentano unicamente delle potenze. (Si raccomanda quindi di usare i simboli arcsen x, arctang x in luogo di $\text{sen}^{-1}\, x$, $\text{tang}^{-1}\, x$).

2) La virgola ed il punto sono impiegati secondo l'uso dei paesi; ma nei numeri, i gruppi di tre cifre sono da separarsi con spazî e non con punti o virgole (per esempio 1 000 000 e non 1.000.000 oppure 1,000,000).

3) Per la moltiplicazione dei numeri e delle grandezze geometriche designate da lettere, si consiglia d'impiegare il segno $\times$, e di non utilizzare il *punto* che quando non è possibile alcuna ambiguità.

4) Per indicare una divisione di una formula, si raccomanda d'impiegare la linea orizzontale od i due punti; si potrà tuttavia impiegare il tratto obliquo quando non è possibile alcuna ambiguità; se occorre, si farà uso, per chiarezza, delle parentesi ( ), [ ].

TABELLA DELLE NOTAZIONI ADOTTATE.

I. - Grandezze.

NOME DELLE GRANDEZZE	SIMBOLO	Simbolo raccomandato nel caso in cui non potesse impiegarsi quello adottato
1. Lunghezza.	l	Nelle equazioni di dimensioni: L, M, T
2. Massa.	m	
3. Tempo	t	
4. Angoli	α, β, γ,...	
5. Accelerazione della gravità . .	g	
6. Energia o lavoro	W	A
7. Potenza	P	
8. Rendimento	η	
9. N. dei giri nell'unità di tempo .	n	
10. Temperatura centigrada . . .	t	θ, ϑ
11. Temperatura assoluta. . . .	T	Θ
12. Periodo	T	
13. Pulsazione $\frac{2\pi}{T}$	ω	
14. Frequenza.	f	
15. Spost. di fase.	φ	
16. Forza elettromotrice	E	
17. Differenza di potenziale (tensione).	V	U
18. Corrente	I	
19. Resistenza.	R	
20. Resistività.	ρ	
21. Conduttanza	G	
22. Quantità d'elettricità	Q	
23. Induzione elettrostatica . . .	D	

NOME DELLE GRANDEZZE	SIMBOLO	Simbolo raccomandato nel caso in cui non potesse impiegarsi quello adottato
24. Capacità	C	
25. Costante dielettrica	ε	
26. Autoinduzione	L	**L**
27. Induzione mutua	M	**M**
28. Reattanza	X	**X**
29. Impedenza	Z	**Z**
30. Ammettenza	y	
31. Riluttanza	S	**R**
32. Flusso magnetico	Φ	**F**
33. Induzione magnetica	B	**B**
34. Campo magnetico	H	**H**
35. Intensità di magnetizzazione	J	**I**
36. Permeabilità	μ	
37. Suscettività	χ	
38. Amper-spire	A	**A**

In carattere rotondo, in grassetto, oppure in carattere speciale.

II. - Unità.

Segni per i nomi delle unità elettriche, da impiegare solo dopo dei valori numerici.

NOME DELL'UNITÀ	SEGNI
1. Ampère	*A*
2. Volta	*V*
3. Ohm	*O*, Ω
4. Coulomb	*C*
5. Joule	*J*
6. Watt	*W*
7. Farad	*F*
8. Henry	*H*
(*) periodo	*p*
(*) secondo	*s*
(*) ciclo	*c*
9. Volt-Coulomb	*V C*
10. Watt-ora	*W h*
11. Volt-Ampère	*V A*
12. Ampère-ora	*A h*
13. milliAmpère	*m A*
14. kiloWatt	*k W*
15. kiloVolt-Ampère	*k V A*
16. kiloWatt-ora	*k W h*
micro-Farad	μ *F*
micro-Henry	μ *H*
Mega-Ohm	*M* Ω
(*) kilociclo	*k c*
(*) kilociclo al secondo	*k c/s*
(*) periodo al secondo	*p/s*

m segno per "*milli*„ — *k* segno per "*kilo*„
μ segno per "*micro-*„ o "*micr-*„ — *M* segno per "*Mega-*„ o "*Meg-*„

(*) N. B. - I nomi delle unità non sono declinabili in italiano ed al plurale rimangono quindi inalterati; non si dovrà perciò scrivere 110 volts, 10 ampères, 1,10 kilowatts, ecc. ma 110 Volta, 10 Ampère, 1,10 kiloWatt, ecc.

III. - **Notazioni e regole matematiche.**

	Simbolo	Simbolo raccomandato nel caso in cui non potesse impiegarsi quello adottato
Differenziale totale	**d**	*d*
Differenziale parziale	δ	
Base dei logaritmi naturati . . .	e	ε
Immaginario $\sqrt{-1}$	i	j
Rapporto fra la circonf. e il diam. .	π	
Somma, serie	Σ	
Integrale	$\int$	
Spostamenti di fase	$\angle \alpha^0$	

IV. - **Segni abbreviati per i pesi e le misure.**

Lunghezza: *m*; *km*; *dm*; *cm*; *mm*; $\mu = 0{,}001$ mm.
Superficie: *a*; *ha*; m^2; km^2; dm^2; cm^2;
Volume: *l*; *hl*; *dl*; *ml*; m^3; km^3; dm^3; cm^3; mm^3;
Massa: *g*; *t*; *kg*; *dg*; *cg*; *mg*;

***

Fino dal 1911 la Commissione Elettrotecnica Internazionale ha stabilito definitivamente:



1) il nome di *potenza reattiva* per la grandezza *VI* sen φ:

2) il *senso convenzionale di rotazione dei vettori*, nei riguardi del quale si è deciso che un angolo di avanzo deve essere preso in senso contrario a quello in cui ruotano le lancette di un orologio. — Una corrente *I* in ritardo di un angolo φ sulla tensione *V* deve cioè essere rappresentata come in figura,

DALLE RIVISTE.

Misura delle correnti ad alta frequenza con metodo fotometrico. — (G PESSION e T. GORIO - Elettrotecnica N. 33 del 25 Nov. 1928).

È noto che la misura della intensità delle correnti ad alta frequenza eseguita a mezzo di strumenti termici si basa sulla determinazione delle temperature che assumono i fili allorchè sono percorsi dalla corrente da misurare; ma è chiaro altresì che i diametri dei fili predetti debbano essere così piccoli da ritenere trascurabile l'effetto pellicolare delle correnti a radio frequenze, altrimenti non è possibile eseguire la taratura con corrente continua.

Per aumentare la portata dei fili termici gli autori hanno sperimentato l'uso di filamenti di tungsteno disposti in ampolla ad altissimo vuoto e percorsi dalla corrente da misurare.

Il dispositivo fotometrico impiegato per misurare la temperatura dei filamenti, calibrato con corrente continua, era costituito da una cellula fotoelettrica.

Il metodo consente la taratura di amperometri ad alta frequenza della portata di qualche Ampère. Il procedimento da usare per la taratura di un amperometro a corrente radiotelegrafica è il seguente:

Realizzato lo schema di cui alla figura N. 1 si invia dapprima corrente a radio frequenza nel filamento PQ e si annota la deviazione del galvanometro A inserito nel circuito della cellula fotoelettrica; poscia a mezzo di un commutatore si invia nel filamento PQ una corrente regolabile a mezzo della resistenza R in guisa da ottenere la stessa deviazione di A. Evidentemente il valore efficace dalla corrente a radiofrequenza è uguale al valore della corrente continua rilevata sull'amperometro A'.

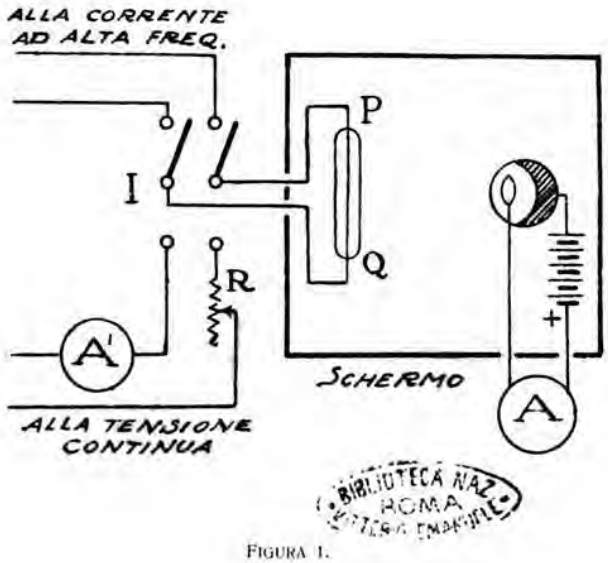
L'articolo è corredato di alcuni grafici che mettono in evidenza le indicazioni di un amperometro a filo caldo Hartmann e Braun per due frequenze radiotelegrafiche e le indicazioni di un amperometro a corrente continua.

Gli accorgimenti da usare per l'applicazione del metodo di cui sopra sono i seguenti:

a) - I filamenti debbono essere di diametro adeguato, in guisa che fissata la massima variazione di resistenza ammissibile per corrente continua e per la corrente ad alta frequenza che si vuol misurare, nota la resistività del filamento, sia facile calcolarne il diametro.

b) - La lampada deve essere a filamento rettilineo.

c) - La distanza tra il filamento e la cellula deve essere tale che la cellula in parola non sia influenzata dalle deformazioni del filamento stesso.



BIBLIOTECA NAZ.
ROMA

FIGURA 1.

d) - La tensione anodica della cellula fotoelettrica dovrà essere molto bassa onde evitare i fenomeni di ionizzazione nell'ampolla della cellula.

e) - Occorre schermare la cellula unitamente al circuito ad essa relativo onde evitare i fenomeni di induzione dovuti alla stessa corrente da misurare.

f) - L'isolamento va curato nella maniera più perfetta.

G.

Direttore responsabile: Prof. G. VANNI.